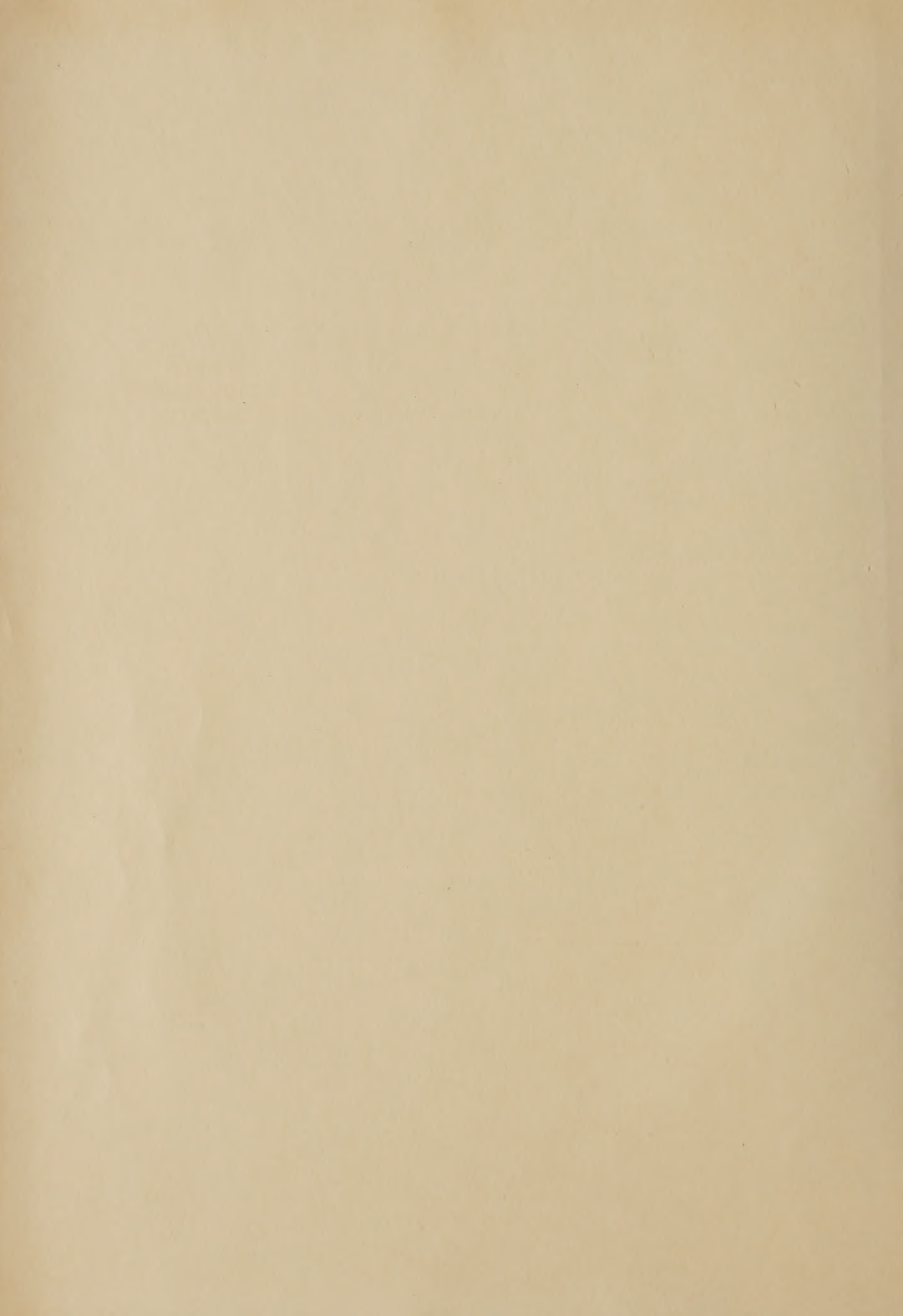






Abhandlungen
der
schweizerischen paläontologischen Gesellschaft.
Vol. XXXV. 1908.

Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen.

Versuch zu einer Revision der alpinen Eocaen-Stratigraphie

(mit 8 Lichtdruck-Tafeln und 26 Textfiguren)

von

Dr. **Arnold Heim**
Privatdozent für Geologie an der Universität und am eidg. Polytechnikum in Zürich.

Zürich
Druck von Zürcher und Furrer
1908.

Vorwort.

Die vorliegende Untersuchung ist gleichsam als Seitenzweig zu meiner seit vier Jahren in Arbeit stehenden „Monographie der Churfirsten-Mattstockgruppe" herausgewachsen. Der Zweig ist fertig geworden vor dem Stamm. Ich hatte anfänglich nicht im Sinne, mich mit den Nummulitenbildungen der Schweizeralpen im allgemeinen zu befassen; ich wollte nur für die genannte Lokal-Monographie die Stratigraphie der Nummuliten- und Flyschbildungen, die mir als das schwierigste vorkam, gründlich ausarbeiten.

Im Frühjahr 1908 zog ich mit meinem Material nach Paris und studierte dort im Februar und März im Laboratorium der Sorbonne die aus dem Churfirstengebiet gesammelten Nummuliten. Es wurden dazu gegen 50 Flächen von Handstücken geschliffen und poliert. Herrn Professor *Haug* verdanke ich die freundlichste Aufnahme in seinem prächtigen Institut. Herr *Jean Boussac* hat mich in die Paläontologie der Nummuliten eingeführt, und mir in zuvorkommendster Weise alle seine Erfahrungen mitgeteilt. Herr Professor *H. Douvillé* an der Ecole des Mines war mir besonders in der schwierigen Bestimmung der Orthophragminen in freundlichster Weise behilflich. Mein Gefühl des Dankes wird nicht auslöschen.

Bald sah ich mehr und mehr ein, dass es nicht möglich ist, eine durchgreifende Zeiteinteilung nach paläontologischem Studium für das Churfirstengebiet aufzustellen, ohne ein viel weiteres Gebiet mit all seinen überraschenden Facies- und Faunenveränderungen zu untersuchen. Die grundlegenden Einteilungen und Faciesstudien *Kaufmann's* für die Randzone der zentralen Schweizeralpen konnten ohne eingehendes Studium der Gegenden zwischen Vierwaldstättersee und Walensee nicht auf die Gegenden der Ostschweiz übertragen werden. Ich benützte deshalb den Sommer 1908 zu Begehungen in den stratigraphisch noch so viel wie unbekannten Eocaengebieten zwischen dem Walenseegebiet und dem Vierwaldstättersee und studierte im Herbst auch einige wichtige Profile zwischen Vierwaldstättersee und

Thunersee. Ich hatte dabei die Freude, von meinem Freunde *Jean Boussac* aus Paris an den Flibach, nach Uri, Einsiedeln, Wäggital und Sernftal begleitet zu werden, und von ihm meine Auffassung der Stratigraphie, soweit sie sich auf das gemeinsam besuchte Gebiet bezieht, in allen Punkten bestätigt zu sehen.

Für wertvolle Ratschläge, Mitteilungen, Diskussionen oder Begleitungen auf Exkursionen danke ich ausser meinem Vater den Herren Professor *Lugeon* in Lausanne, Privatdozent Dr. *L. Rollier* in Zürich, Privatdozent Dr. *P. Arbenz* in Zürich, Dr. *Fr. Weber* in Zürich, *E. Ganz* in Zürich, Privatdozent Dr. *A. Buxtorf* in Basel, Direktor Dr. *E. Gerber* und Dr. *A. Trösch* in Bern, meinen verehrten Lehrern Professor Dr. *Jaekel* in Greifswald und Prof. Dr. *Lang* in Zürich.

Herr Prorektor *J. Oberholzer* in Glarus hat mir die überaus wertvollen Ergebnisse seiner neuesten Forschungen im autochthonen Flyschgebiet des Kantons Glarus vom Sommer und Herbst 1908 mündlich und brieflich mitgeteilt und mir auch verschiedene Sendungen von Nummulitenhandstücken und exotischen Blöcken aus dem Wildflysch zur Einsicht zukommen lassen.

Ohne Rückhalt erlaubt mir Herr *Oberholzer*, seine Resultate im Folgenden zu verwerten. In jedem neuen Brief las ich mit Spannung ganz unerwartete Resultate seiner Untersuchungen und jedesmal empfand ich mit Freude, dass die Beobachtungen von uns beiden im Einklang stehen. Herr *Oberholzer* wird in seiner Monographie des Linthgebietes, dessen geologische Spezialkarte 1 : 50.000 im Drucke steht, selbst eingehend die Flysch-Stratigraphie behandeln. Einige Resultate von allgemeinerem Werte darf ich schon in dieser Arbeit mitteilen.

Bis zur Drucklegung habe ich unausgesetzt die Literatur und mein neueres Material zu verarbeiten gesucht. Weitere Polituren von Handstücken wurden in Zürich hergestellt. Zahlreiche kleinere Präparate zu weiteren Untersuchungen habe ich am geologischen Institut des eidgen. Polytechnikums ausgeführt, wo ich auch mit Spezialapparaten und elektrischem Bogenlicht die schwierigen und anfänglich vielfach missglückten Photographien der beigegebenen Tafeln aufgenommen habe. Meine Sammlung von Handstücken und Präparaten (Originale) steht im Polytechnikum in Zürich zur Besichtigung offen.

Inhalt.

Zweiter Teil.

Paläontologie, Biologie, und Stratigraphie der schweizerischen Nummulitidea.

Allgemeiner Teil.



Einleitung.

A. Vorbemerkungen.

In vielen stratigraphischen und paläontologischen Abhandlungen werden Zeitstufen von Gesteinsstufen oder faunistischen Stufen nicht scharf auseinandergehalten. Das Urgon, der Gault, das Barton u. a. sind das eine Mal Gestein, das andere Mal Zeit. Zahlreiche, oft schwer zu korrigierende Fehler sind die Folge. Bis zu den neuesten Arbeiten begegnet man dem prinzipiellen Fehler, dass an Stelle der Organismen eines Gesteinshorizontes die Liste unter dem Titel einer Zeit angeführt wird. Anstatt das Alter einer Schicht durch Petrefakten und andere Methoden zu bestimmen, wird z. B. die Faunenliste des **Bathonien,** des **Berriasien,** des **Bartonien** u. dgl. aufgestellt[1]). Später stellt sich dann heraus, dass das Gestein aus dem die Petrefakten stammen, in ganz anderen oder verschiedenen Zeithorizonten abgelagert wurde; und es lässt sich nicht mehr genau ergründen, aus welchen Schichten die Fauna bezogen wurde. Die ganze Arbeit ist umsonst.

Leider werden bis zur Gegenwart die vielfach beliebten, in jeder Hinsicht aber unzuverlässigen Petrefaktenlisten von *Mösch* kopiert und so alte Irrtümer mit guten neuen Erkenntnissen wieder unzertrennbar vermischt. Ähnliches gilt für die besseren Listen von *Mayer-Eymar.* Wertvoller für die Stratigraphie sind einige neu gefundene und zuverlässig bestimmte Petrefakten aus einer scharf fixierten Schichthöhe, als viele Seiten lange Listen von Petrefakten, deren Herkunft nicht eindeutig und genau bestimmt werden kann.

Zur Fixierung einer Schichtfolge sollten wenn immer möglich die Mächtigkeiten angegeben werden. Auch eine sehr ungenaue Schätzung ist besser, als die übliche Benennung der „couches à . . . “ u. dgl. Es ist nicht möglich, über den jetzigen Stand der Stratigraphie hinaus zu kommen, ohne dass zahllose Spezial-

[1]) Diese Methode hat nur dann Berechtigung, wenn die Fauna von den klassischen Lokalitäten bezogen wurde, die zur Aufstellung der Zeitstufe geführt haben (z. B. Barton-clay, Barrême etc.).

profile Schicht für Schicht und mit messen oder schätzen aller Mächtigkeiten neu aufgenommen werden. Jede Integration (vergl. hinten) von Gesteinsstufen ist ausgeschlossen, so lange die Mächtigkeiten unbekannt sind. Neben der Darstellung im Text ist jedes gezeichnete Profil wertvoll. Auch wenn es nur aus wenigen Strichen besteht, so kann z. B. ein Fossilhorizont sofort wieder gefunden werden, was nach dem Text allein unklar wäre.

In keinem Schichtsystem der Schweizeralpen hat die einseitige Anwendung der paläontologischen Methode der Altersbestimmung zu solchen Verwirrungen und Fehlschlüssen geführt, wie im Eogen. Unser kürzlich verstorbene vorzügliche Petrefaktenkenner des Tertiär, *Mayer-Eymar*, dem wir vieles verdanken, hat oft den Faunen einen Alterstitel gegeben, ohne diesen zuerst zu begründen. Ja, er war imstande, aus einer Sammlung von Petrefakten — ob sie aus Schutt oder aus einer anstehenden Fundstelle seien — zu Hause die Petrefakten nach Altersstufen zu sortieren, wie z. B. in ein Bartonian I und ein Bartonian II. Infolge der gänzlichen Unkenntnis der Schichtfolge kam es dazu, dass von zwei Haupt-Gesteinsstufen die jüngeren Schichten (Nummulitenkalke im Flysch von Einsiedeln) als die ältesten „Parisian I", die älteren der Hohgantkette als „Bartonian" bestimmt wurden. Das ist die noch heute trotz der Arbeiten *Kaufmann's* herrschende Auffassung, wie sie auch in allen diesbezüglichen Lehrbüchern gedruckt steht.

Ein ähnliches Vorurteil betrifft den Flysch. Selbst in den neuesten Publikationen wird für die helvetischen Alpen kurzweg von „Oligocaen-Flysch" gesprochen, meist ohne Angabe irgendwelchen Grundes, nach dem der betreffende Flysch als Oligocaen zu betrachten wäre.

Nachdem die Irrtümer und Trugschlüsse beseitigt sind, steht das Resultat klar vor Augen: In den Schweizeralpen ist noch kein Oligocaen nachgewiesen, und der vielfach schlechtweg als Oligocaen bezeichnete Flysch der nördlichen Schweizeralpen ist nicht einmal Ober-Eocaen, sondern Mittel-Eocaen und gehört in die gleiche Altersstufe wie die berühmte Einsiedler-Fauna des sog. „Parisian I".

B. Bisherige Kenntnis und Einteilungen des Tertiär der Schweizeralpen.

1. Westliche Schweizeralpen. [1])

In der Westschweiz hat besonders *Renevier* das Alttertiär genau untersucht, auf dessen sorgfältige Arbeiten immer wieder zurückgegriffen werden muss. [2]) Die Arbeiten des ausgezeichneten Paläontologen *H. Douvillé* [3]), die sich mit der Stratigraphie des Tertiär und der Tektonik beiderseits des Thunersees befassen, haben Verwirrung und gegenüber *Kaufmann* wenig neues gebracht. [3])

Die Arbeiten von mehr lokalerem Interesse sollen im folgenden Abschnitt berücksichtigt werden.

2. Zentrale Schweizeralpen.

Nachdem *Rütimeyer* [4]) das „schweizerische Nummulitenterrain" und besonders das Eocaen am Thunersee untersucht hatte, haben sich vor allem *Kaufmann* [5]) und *Mayer-Eymar* [6]) mit der zentralschweizerischen Tertiärstratigraphie und Paläontologie beschäftigt. Durch die überaus sorgfältigen monographischen Werke des hervorragenden und objektiven Beobachters *Kaufmann* sind die zentralen Schweizeralpen und besonders deren Tertiär-Ablagerungen genau bekannt geworden. Kein Gebiet der ganzen Schweizeralpen ist in bezug auf die Nummuliten- und Flyschbildungen bis jetzt so genau bekannt wie die alpine Randzone zwischen Vierwaldstättersee und Thunersee. *Kaufmann* war der beste Kenner der schweizerischen Foraminiferen und besonders der Nummuliten und Orbitoiden, und der einzige, der die Mühe wert fand, sich in die „langweiligen" und unentwirrbar scheinenden

[1]) Unter „Westliche Schweizeralpen" ist fortan verstanden das Gebiet südwestlich der Aare; unter „Zentrale Schweizeralpen" (im Sinne von *A. Buxtorf* 1908) das Gebiet zwischen Aare und Reuss-Zugersee; unter „Östliche Schweizeralpen" das Gebiet nordöstlich dieser Linie. (Ostschweiz im engeren Sinne wäre das Gebiet zwischen Walenseetal und Rhein.)

[2]) *E. Renevier:* Monographie des Hautes-Alpes Vaudoises: „Beitr. zur geol. Karte d. schweiz. Lfg. 16. 1890. — Envahissement graduel de la mer éocénique etc. Eclogae geol. helv. Vol. II. Nr. 3. 1891, und Bull. Soc. S. N. Vol. XXVII, p. 41.

[3]) *H. Douvillé:* Obs. géol. dans les environs d'Interlaken. B. S. G. F. 1900, p. 57—63. — Les Ralligstöcke et le Gerihorn. B. S. G. F. 1903, p. 193—221. Pl. IV—VI. — Auf einer besonderen Karte verbindet *H. Douvillé* die Facies der Klippen (Préalpes) mit der helvetisch-autochthonen Blümlisalpgruppe, d. h. die beiden Facies-Extreme der Gegend!

[4]) *Rütimeyer:* Über das schweizerische Nummulitenterrain etc. Bern 1850.

[5]) *F. J. Kaufmann:* Pilatus. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. Lfg. 5. 1867. — Rigi. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. Lfg. 11. 1872. — Emmen- und Schlierengegenden. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. Lfg. 24. 1886. — Blatt XIII, geol. 1 : 100,000.

[6]) *K. Mayer-Eymar:* Systematisches Verzeichnis der Kreide- und Tertiär-Versteinerungen der Umgegend von Thun. Anhang zu: Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz. Lfg. 24. 1886.

Flyschbildungen zu vertiefen. Noch lange Zeit werden die Untersuchungen *Kaufmann's* jeder weiteren Forschung zur Grundlage dienen. Allein seine Werke sind mühsam zu studieren, und nur derjenige, der mit dem Inhalt schon aus eigener Anschauung vertraut ist, kann die Genauigkeit der Beobachtung und Darstellung recht würdigen. So kommt es, dass bis zur Gegenwart die Arbeiten *Kaufmann's* wenig Anklang gefunden haben — vielleicht auch, weil seine Einteilung und Nummulitenfolge vielen jüngeren Forschern zu schlecht gepasst hat.

Meine Beobachtungen stimmen mit denjenigen *Kaufmann's* überein und können als eine Erweiterung betrachtet werden. In unwesentlichen Punkten, wozu ich die Altersbestimmung der Flyschgruppe nach internationalen Zeitstufen rechne, komme ich zu anderen Anschauungen. Weitere Einblicke in die Faciesordnung sind das Resultat der letzten zwei Dezennien, die uns den Deckenbau der Alpen aufgeklärt haben; denn ohne gleichzeitige tektonische Studien führt die Stratigraphie der Alpen in eine Sackgasse.

Kaufmann hat das Eogen der zentralen Schweizeralpen 1886 und schon früher wie folgt eingeteilt:

II. Obereocaen, Flysch	2. Oberer Flysch oder Sylvanschichten — Silvan. 1. Unterer Flysch oder Rigischichten (Unteroligocaen) — Rigian.
I. Mitteleocaen, Pilatusschichten Pilatan	2. Pektinitenschiefer (Bartonstufe). 1. Complanataschichten (Pariserstufe).

In dieser Tabelle fällt schon ohne Nachprüfung in der Natur auf, dass der tiefste Teil der Gruppe „Obereocaen" gleichzeitig als „Unteroligocaen" benannt wird.

Kaufmann schreibt (l. c. 1886 p. 558):

„Ein Rückblick auf das Eocaen zeigt, dass auf dem Gebiete zwei grosse Nummulitenbildungen vorkommen: die Complanataschichten, welche dem Pariser Grobkalk, und die Rigischichten, welche dem Unteroligocaen entsprechen, getrennt durch die molluskenreiche Bartonstufe (Pectinitenschiefer)." Wir werden darauf später zurückkommen.

Kaufmann ist der erste, der regional zwei verschiedene Nummulitenstufen unterschied, und der einzige, der innerhalb des nordschweizerischen Alttertiär Faciesverschiedenheiten nachwies.

In Übereinstimmung mit *Arnold Escher v. d. Linth* betrachtet *Kaufmann* die über den „Pilatusschichten" liegenden Nummulitenkalke des höheren Niveaus als normale Einlagerungen im unteren Flysch. Um so befremdender aber erscheint uns die Zuteilung dieser Schichtgruppe zum Unteroligocaen. Hat doch *Kaufmann* selbst von den verschiedensten Lokalitäten im wesentlichen die gleiche Fauna wie von der Basis der Nummulitenbildungen bestimmt und 1886 (l. c. pag. 104—115), jene überaus petrefaktenreichen Nummulitenbildungen aus dem unteren Flysch im Gebiete von Einsiedeln untersucht und lange Listen des „Parisian I" von *Mayer-Eymar* in seiner Arbeit veröffentlicht. Das ist vielleicht die einzige bedeutende Inkonsequenz *Kaufmann's:* Er wusste wohl, dass seine „Rigischichten" von Lowerz denjenigen von Einsiedeln, dem sog. „Parisian I" entsprechen, sagte es aber nicht deutlich und stellte die „Rigischichten" trotzdem ins „Obereocaen" und „Unteroligocaen".

Die Klassifikationen von *Mayer-Eymar*[1]) stimmen mit denen von *Kaufmann,* die in den gleichen Werken veröffentlicht sind, nicht überein. Keiner entgegnete dem anderen. Aber es fehlt auch beiderseits (ausgenommen *Mayer*-Einsiedeln) an einer Altersbegründung. *Kaufmann* betrachtet auf Grund der vergleichenden Stratigraphie die Hohgantschichten als (teilweise) entsprechend seinen „Complanataschichten des Mittel-Eocaen"; *Mayer* stellt jene auf Grund der Fauna allein ins „Bartonian".

In der geologischen Sammlung des eidg. Polytechnikums in Zürich finden wir durchweg die Petrefakten aus den Nummulitenbildungen von Einsiedeln und ebenso diejenigen vom Flibach bei Weesen und von Appenzell (Leugängen u. a. O.) als „Parisian I" etikettiert und an entsprechender Stelle in den Schaufenstern ausgestellt. Und in der Tat, nachdem *Mayer-Eymar* die bekannte Monographie der Fauna aus den Phosphoritschichten von Steinbach bei Einsiedeln veröffentlicht hatte, wurde allgemein seine Altersbestimmung als dem Pariser Grobkalk gleichalterige Bildungen anerkannt.

Nun sind aber alle diese petrefaktenreichsten Nummulitenbildungen tatsächlich normal im Flysch eingelagert. Trotzdem durfte der Flysch zwischen den Nummulitenbildungen ohne weitere Bedenken, wenigstens grösstenteils, als Oligocaen bestehen bleiben, und noch heute stehen die meisten Geologen auf diesem Standpunkte!

[1]) Vergl. Abschnitt Altersbestimmung und Gliederung.

Mayer-Eymar bekümmerte sich lediglich um die Faunen, und zur Altersbestimmung kennt er ebensowenig wie *Mösch*[1]) andere Methoden als die paläontologische — im höchsten Falle wird in einfachen Fällen innerhalb eines übersichtlichen Profiles noch darauf geachtet, ob die Fauna in einem stratigraphisch höheren Gestein liege als eine andere.

Die im allgemeinen unzuverlässigen Arbeiten *Mösch's*[2]) haben die Kenntnis des alpinen Tertiär kaum gefördert, doch hat *Mösch* ausnahmsweise ein sehr wichtiges und wie es scheint genaues Profil am Rosenlauigletscher aufgenommen, das im speziellen Teil eingehend besprochen wird.

3. Östliche Schweizeralpen.

In paläontologischer Hinsicht ist vor allem das wertvolle Werk von *Mayer-Eymar*[3]) über die Fauna von Einsiedeln zu nennen. Ausser der stratigraphisch-tektonischen Unkenntnis haften ihm noch andere Fehler an. In den langen Listen sind die Petrefakten des Parisian I von Einsiedeln von den verschiedensten Lokalitäten ohne Fundortangabe vereinigt. Man kann sich zwar insofern beruhigen, als die bekannten Fundstellen von Einsiedeln und Iberg alle ungefähr der gleichen Schichthöhe, dem unteren Flysch *Kaufmann's* angehören.

In stratigraphischer Hinsicht hat sich niemand eingehender mit den Nummuliten- und Flyschbildungen befasst. Selbst *Kaufmann* hat in seinen „Beiträgen" 1876[4]) über die Sihltäler mehr die Notizen von *A. Escher v. d. Linth* verarbeitet, als eine durchgreifende Neu-Untersuchung vorgenommen. Diese Arbeit *Kaufmann's* steht nicht auf der Höhe seiner übrigen Werke.

Die grossen Listen der Versteinerungen aus dem Eocaen des Säntis- und Walenseegebietes von *Mösch*[5]) im gleichen „Beitrag" sind nach den im eidg. Polytechnikum Zürich vorhandenen (oder nicht vorhandenen) Petrefakten aufgestellt und alle verschiedenen Horizonte zusammengeworfen.

[1]) So bestimmte *Mösch* an übersichtlichen und einfachen Stellen am Walensee Tithon aus dem tiefsten Teil des Quintnerkalkes (von *Rothpletz* 1898 aufgenommen), daneben aus den gleichen Schichten die Bimammatuszone, inmitten des Quintnerkalkes vom Gonzen entgegen *Escher* Dogger, an der Basis des Lias-Sandkalkes den Lias und im Hangenden des gleichen Gesteines „Kössenerschichten" u. dgl. mehr. Mögen derartige Bestimmungen warnen vor einseitiger Anwendung der paläontologischen Methode.

[2]) *C. Mösch:* Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz. Lfg. 14 1881 und Lfg. 24. 1894, p. 190—194.

[3]) *Mayer-Eymar:* Systematisches Verzeichnis der Versteinerungen des Parisian der Umgegend von Einsiedeln. Beitr. zur geol. Karte der Schweiz. Lfg. 14, 1876.

[4]) *Kaufmann:* Schwyz und Zug; Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. Lfg. 14, 1876.

[5]) *C. Mösch:* Appenzell, St. Gallen, Glarus, Schwyz; Beitr. z. geol. K. d. Schweiz. Lfg. 14, 1876.

Es wurden von keinem Geologen verschiedene Nummulitenabteilungen unterschieden, sondern das Eogen bis 1905 (*Mösch, Quereau, Burckhardt, Alb. Heim* usw.) eingeteilt in

e_1 = Nummulitenbildungen,
e_2 = Flysch.

Zwar unterscheidet *Rothpletz*[1]) in Wort, Karten und Profilen einen eocaenen und einen oligocaenen Flysch (Fisch-Schiefer etc.). Doch ist damit nur ein Irrtum auf den anderen gebaut. *Rothpletz's* oligocaener Flysch ist im allgemeinen der ältere Flysch, sein eocaener der jüngere in der Schichtreihe, und alles zusammen gehört zum Eocaen (vergl. spezieller Teil). *Wettstein's*[2]) vortreffliche Paläontologie der Fische aus dem Flysch von Matt-Engi im Sernftal, in der mit Vorbehalt das oligocaene Alter der Fauna zu begründen versucht wird, gilt als Ausgangspunkt für alle seitherigen Oligocaen-Liebhaber.

Mein Vater hat im Sinne von *Arnold Escher* stets den ganzen Flysch zum Eocaen gerechnet, indem er die Nummulitenbänke (Sernftgebiet) als facielle Einlagerungen im Flysch erkannte. In meiner Arbeit über den westlichen Teil des Säntisgebirges[3]) habe ich einen „Assilinengrünsand“ als älteste Nummulitenbildung von den höheren „Nummulinenschichten“ (Nummulinengrünsand) im Flysch unterschieden und es bei ungenügender Kenntnis der Fauna gewagt, den grössten Teil des dortigen Flyschs ins Mittel-Eocaen, „Parisian“ zu stellen. Meine seitherigen Untersuchungen haben nun gelehrt, dass ich zu wenig weit gegangen bin, indem auch noch der als „Bartonien?“ bezeichnete obere Teil des dortigen Flysches zum Mittel-Eocaen gehört. Im übrigen haften meinen früheren Ausführungen manche spezielle Fehler an, die in meiner Churfirsten-Monographie berichtigt werden sollen.

4. Die Schweizeralpen im allgemeinen.

Von einer sehr sorgfältigen Untersuchung des berühmten Kressenberges in Bayern ausgehend, sucht *O. Reis*[4]), zum Teil nach eigener Anschauung (Appenzell), zum Teil nach den früheren Publikationen die Vergleiche mit den Schweizeralpen zu ziehen. Es würde zu weit führen, das Gewirre zu lösen, das die not-

---

[1]) *A. Rothpletz:* Das geotektonische Problem der Glarneralpen, 1898.

[2]) *Alex. Wettstein:* Über die Fischfauna des tertiären Glarnerschiefers. Abh. der schweiz. pal. Ges. 1886.

[3]) *Arnold Heim:* Der westliche Teil des Säntisgebirges. Beitr. zur geol. Karte der Schweiz. Lfg. 16 u. F., 1905, p. 314—323.

[4]) *O. Reis:* Erläuter. zur geol. Karte der Voralpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. Geognostische Jahreshefte. Kgl. Bayr. Oberbergamt München. Jahrg. 1895. Über Schweiz, p. 127—146.

wendige Folge einer Übersicht über die untereinander sich im Stillen völlig widersprechenden Arbeiten ist. Was richtig ist, ist *Kaufmann* entnommen. Ich ziehe ein neues Aufbauen dem Abbrechen vor und werde mir am Schlusse erlauben, einige von *Reis* abweichende Auffassungen über das Gebiet des Kressenberges zu äussern.

Sacco[1]) ist vor 1905 der einzige, der auf Grund eines Vergleiches mit Ligurien die Vermutung ausgesprochen hat, dass der unterste Teil des schweizerischen Flysches noch zum Parisian (seine Ligurien-Facies des oberen Parisien) gehören möge. *Renevier* (l. c. 1890, p. 459) pflichtet ihm „im allgemeinen“ bei, glaubt jedoch eher, dass der Flysch seines Spezialgebietes nach dem Bartonien folge.

De la Harpe[2]), der leider vor der Vollendung seines Werkes über die schweizerischen Nummuliten gestorben ist, kannte die Nummuliten aus der Schweiz nur von einzelnen Stellen und hatte keine Vorstellung von der Stratigraphie und den Facies der schweizerischen Nummulitenbildungen. In seinem Werke sind einzelne Zeichnungen von Nummuliten von Einsiedeln-Iberg und Weesen wiedergegeben.

Die ganze Monographie der schweizerischen Nummulitiden ist noch eine Arbeit für die Zukunft. Dem künftigen Monographen rufe ich Glückauf zu; mögen die folgenden Bemerkungen ihm als kleine Vorarbeit dienlich sein.

Ich werde in dieser Arbeit ein besonderes Gewicht auf das Eocaen der östlichen Schweizeralpen verlegen, da dieses stratigraphisch so gut wie unbekannt ist. Für die Spezialprofile der Gebirgszüge zwischen Vierwaldstättersee und Thunersee kann stets auf die grundlegenden Arbeiten *Kaufmann's* aufgebaut werden. Die Westschweiz habe ich nicht begangen, da sie von Herrn Professor *Lugeon* und Herrn *Boussac* neuestens bereits in bezug auf die Eocaenstratigraphie eingehend studiert worden ist, und die Veröffentlichungen dieser Untersuchungen nicht mehr lange ausbleiben werden. Meine Behandlung der westlichen Schweizeralpen macht auch in bezug auf Vollständigkeit der Literaturverarbeitung keinen Anspruch.

[1]) *F. Sacco:* Les terrains tertiaires de la Suisse. B. S. Belge de Géol. t. II 1888, p. 271—275.
[2]) *De la Harpe:* Etude des Nummulites de la Suisse. Mém. Soc. pal. Suisse 1880—1883.

C. Zweiteilung der Alttertiär-Ablagerungen in den Schweizeralpen.

Kaufmann hat das Verdienst, in den Nummulitenbildungen der Zentralschweiz zwei Hauptabteilungen erkannt und weitere Gliederungen durchgeführt zu haben. Für die untere Abteilung hat er die Bezeichnung „Pilatusschichten" eingeführt, die wir im folgenden beibehalten werden.

Darüber folgt die zweite Hauptabteilung, die wir als Flyschgruppe bezeichnen, und in der zahlreiche Nummulitenschichten inbegriffen sind. Die weitere Zerlegung wird später erörtert.

Als ich den westlichen Säntis[1]) untersuchte, da war mir die Analogie mit der Zentralschweiz noch unbekannt. Ich gelangte selbständig zur Zweiteilung des Eocaens in „Assilinengrünsand" und Flysch mit „Nummulinenschichten". In gleicher Weise ist auf der Walenseekarte[2]) die Unterscheidung der beiden Hauptgruppen von Nummulitenbildungen durchgeführt. Heute erst aber kann ich sagen, dass der „Assilinengrünsand" dem unteren Teil der Pilatusschichten *Kaufmann's* entspricht.

Der Einteilung in Pilatusschichten (Kaufm.) und Flyschgruppe kommt leider in bezug auf die Schweizeralpen als Ganzes keine chronologische Schärfe zu. Nur die unteren Pilatusschichten oder Bürgenschichten scheinen über die ganzen Schweizeralpen in ein und demselben Zeit-Intervall abgelagert worden zu sein. Die Facies der oberen Pilatusschichten aber ist vergänglich und führt gegen Südosten in die Flysch-Schieferfacies über. Allein in den Gebirgen nordöstlich des Thunersees ist die Abgrenzung der Bürgenschichten von den oberen Pilatusschichten noch nicht genau bekannt, so dass die „Hohgantschichten" nicht von den Bürgenschichten getrennt behandelt werden können. Es bleibt so kein Ausweg, um aus den schwierigen Faciesverknüpfungen zu einer Einteilung von streng chronologischem Werte zu gelangen, als zahlreiche detaillierte Profile zwischen Pilatus und Rhonetal aufzunehmen.

Ich bin daher genötigt, im speziellen Teil die *Kaufmann'sche* Einteilung in Pilatusschichten und Flysch vorläufig beizuhalten, und werde in den späteren Abschnitten den Übergang der Flyschbasis in die oberen Pilatusschichten behandeln und die Grundlinien zu einer Einteilung in Gesteinsstufen von chronologischem Werte anzudeuten versuchen.

---

[1]) *Arnold Heim:* Der westliche Teil des Säntisgebirges. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz n. F. Lfg. 16, p. 314—323.

[2]) *Arnold Heim* und *J. Oberholzer:* Geol. Karte d. Gebirge am Walensee 1:25000. Bern, *Francke* 1907.

D. Definition von „Flysch".[1])

Da in der oberen Gruppe der schweizerischen Nummulitenbildungen (nummulitique) die eigentlichen Nummulitenschichten vom Flysch nach dem Alter nicht abgetrennt werden können, müssen diese Nummulitenlager unter der Bezeichnung „Flyschgruppe" einbegriffen werden. (Vergl. Allgemeines im Abschnitt Flyschgruppe.)

Wir verstehen (für die Schweizeralpen) unter Flysch[2]) die alttertiären, über den Pilatusschichten resp. unteren Pilatusschichten oder direkt auf Kreide liegenden (marinen) Thone, Mergel, Sandsteine mit Kalk- und Grünsandlagen in der alpin-tertiären Faltungszone (=Region des zentralen Mittelmeeres *Neumayr* = Tethys *Suess* = Mesogée *Douvillé*).

Nachdem *B. Studer* 1827 den Begriff Flysch in die Geologie eingeführt hatte, schränkte er ihn 1851 im Sinne der oben gegebenen Definition ein auf Schichten über dem Nummulitensandstein oder Nummulitenkalk (der Pilatusschichten).

Wo eine scharfe Abgrenzung des tertiären Flysch gegen das Liegende nicht möglich ist, resp. die Flyschfacies früher beginnt und in sicher nachgewiesenes Tertiär fortsetzt (Ostalpen), ist die Bezeichnung Flysch auch für Kreide eingebürgert. Diese den scharfen Begriff Flysch abflauende Erweiterung kann aber für die Schweizeralpen ausgeschaltet werden. Je weiter der Begriff gefasst wird, umsomehr verliert die notwendige und an sich gute Bezeichnung. Mit aller Schärfe muss die vorurteilige Anwendung auf den Bündnerschiefer zurückgewiesen werden, in dem Lias bewiesen, Tertiär gemacht wird.[3])

[1]) Flysch ist „Fliisch" zu sprechen. Das altschweizerische y ist = gedehntes i. „Flüsch", wie man oft von Deutschen hört, ist ebenso falsch wie „Müthen" oder „Schwüz". Man vergleiche *J. Früh:* Zur Etymologie von „Flysch" etc. in Eclogae geol. helv. 1904 p. 217—220.

[2]) Viele Stratigraphen möchten die sehr verschieden angewendete Bezeichnung Flysch abgeschafft wissen. Da ich gar keine ersetzende Bezeichnung finde, halte ich es für zweckmässiger, das Wort Flysch auf seinen ursprünglichen Sinn zu beschränken, entsprechend der oben angedeuteten Formulierung. Für ein kleines Gebiet können wohl mit Vorteil schärfere Bezeichnungen wie z. B. „Globigerinenschiefer" angewendet werden; sobald man aber ein grösseres Gebiet überblickt, erkennt man so viele seitliche Faciesveränderungen, dass alle Lokalbezeichnungen unbrauchbar werden und nur noch eine Bezeichnung für die gesamte mächtige Sedimentgruppe angewendet werden kann — und als solche gibt es keine andere als Flysch.

[3]) Auf Grund eines fraglichen Orbitoidenbruchstückes (Orbitoïdes s. str. ist bekanntlich ein cretacisches Genus) ist am Überschiebungsrand im Rätikon der „Bündnerschiefer" als Oligocaen-Flysch erklärt worden!

Erster Teil.

Stratigraphie, Lithologie, Paläogeographie, Orogenesis.

A. Das Untereocaen und die Londinienfrage.

Die Ansichten gehen darüber auseinander, ob untereocaene Ablagerungen in den Schweizeralpen vorhanden seien oder nicht.

F. J. Kaufmann schreibt in seinem letzten Hauptwerke l. c. 1886 p. 538: „Untereocaene Bildungen sind auf dem Gebiete (Zentralschweiz) nicht nachgewiesen, es sei denn, dass die Wang- und Ibergschichten dafür in Anspruch genommen werden könnten, woran wegen des Auftretens nummulitischer Kalke im Wang immerhin zu denken ist.“

Nun sind seither durch *Quereau*[1]) die Wechsellagerungen im Gebiet von Iberg widerlegt, die Wangschichten zur helvetischen Kreide, und die Ibergschichten zum Mesozoikum der „Klippen“ gestellt worden. Die Wangschichten werden auch von *A. Tobler, A. Buxtorf*[2]) und *P. Arbenz*[3]) mit Bestimmtheit zur oberen Kreide gerechnet, womit meine noch nicht veröffentlichten Untersuchungen über das Senon der östlichen Schweizeralpen übereinstimmen.

Nun hat aber vor allem *Mayer-Eymar*[4]) zwei Arbeiten über die „wunderbare“ Fauna des Londinian von Appenzell veröffentlicht. Obwohl nur wenige Geologen damit das Londien als bewiesen betrachteten, ist doch bis zur Stunde eine ernstliche Entgegnung, auf neuer Beobachtung beruhend, nicht gegeben worden.

---

[1]) *E. Quereau:* Die Klippenregion von Iberg. Beiträge zur geol. K. d. Schweiz n. F. Lfg. III. 1893 p. 6—21.

[2]) *A. Tobler* und *A. Buxtorf:* Exkursionen der schweiz. geol. G. in die Klippenregion am Vierwaldstättersee. Eclogae geol. helv. Vol. IX 1905.

[3]) *P. Arbenz:* Frohnalpstockgebiet. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz n. F. Lfg. XVIII 1905 p. 31.

[4]) *Mayer-Eymar:* Das Londinian am Säntis. Vierteljahrsschr. der nat. G. Zürich 1879. — La faune miraculeuse du Londinien d' Appenzell. — Vierteljahrsschr. d. nat. G. Zürich 1890 p. 167—181.

Krankheit verhinderte mich, eine diesbezügliche Untersuchung abzuschliessen[1]), und so kann ich hier nur die Vermutung aussprechen, zu der mich bisherige Beobachtungen führen:

Die Petrefakten von *Mayer-Eymar* sind vornehmlich aus in verschiedenen Bächen lose liegenden Blöcken gesammelt. Der Baculit mag aus Leistmergel (Campanien) des Brüllbachgebietes bezogen sein. Die übrige Fauna stammt aus dem Gebiet, wo der Seewerkalk (Klammeneggzug) direkt von Assilinengrünsand (Lutétien) bedeckt ist. Darüber folgt Flysch, aus dem die Austernschichten mit der „Faune miraculeuse" stammen.[2]) Ich vermute, dass die Fauna dem oberen Lutétien angehöre, entsprechend den Austernschichten im Flysch des Lutétien am Flibach bei Weesen.[3])

1896 erschien die wichtige Arbeit *Burckhardt's*[4]) über die Gebirge nördlich des Klöntals, in der das „Londinien" eingehend behandelt und als solches kartiert wurde. Zwar hat *Burckhardt* immerhin seine Ansicht mit Vorbehalt gegeben.

Rothpletz hat aber 1898 den Nachweis gebracht, dass die Mergel mit Exogyra glaronensis am Wiggis nicht Londinien, sondern Valangien sind. Die von ihm im Gebiet von Weesen (Brand) gefundenen Austern erklärte *Rothpletz* als **Gryphaea vesicularis** und die die Kreide und den „Assilinengrünsand" umhüllenden Flyschmergel als Senon. *Rothpletz* wusste nicht, dass die Austern in einem höheren Niveau über dem Assilinengrünsand liegen.

Da ich 1906 im oberen Toggenburg (Häderenberg) lithologisch kaum unterscheidbare Austernschichten im wirklichen Senon gefunden habe, denke ich daran, dass die zweite „Facies" des „Londinian" *Burckhardt's*, die „Mergel mit Gryphaea Escheri" nördlich des Fluhbrig dem Senon angehören könnte.

Damit sind wir zu dem Resultat gelangt, dass marine untereocaene Ablagerungen in den nördlichen Schweizeralpen nicht festgestellt sind.

[1]) Ich gedenke später eine Untersuchung über das Eocaengebiet der Fähnern und die Londinianfrage zu veröffentlichen.

[2]) *O. Reis* (Erläuterungen z. geol. K. d. Voralpenzone etc. . . . . Geogr. Jahreshefte, Kgl. bayrisches Oberbergamt 1896), der Spezialkenner des Kressenberges gibt auf p. 18—19 einige Resultate seiner Exkursion in das Gebiet des „Londinian von Appenzell". Er hält die betreffenden Schichten für Kreide. Ich halte es für illusorisch, eine Auster zur Altersbestimmung heranzuziehen und kann nach einer Exkursion in das Gebiet des Kressenberges seine Vergleiche nicht aufrecht erhalten. Die einzige Möglichkeit zu einer Lösung der Fragen bietet auch hier die Integral-Methode bei voller Berücksichtigung der Tektonik, die eben damals noch ganz im dunkeln lag.

[3]) Herr Prof. *Mayer-Eymar* erklärte die von mir 1906 im Gebiet von Fli gesammelten Austern als identisch mit der Gryphaea Escheri vom „Londinian von Appenzell".

[4]) *C. Burckhardt:* Monogr. d. Kreideketten zwischen Klöntal, Sihl und Linth. Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz u. F. Lfg. V 1896 p. 89—91.

Sie fehlen sicher in dem weitaus grössten Gebiet der helvetischen Facies, wo die Nummulitenbildungen (Pilatusschichten) direkt in Diskontinuität auf der Kreide liegen, und wären höchstens in jenen südlicheren Facieszonen noch denkbar, wo die Pilatusschichten fehlen und vom Senon zum Flysch eine scharfe Grenze nicht hat festgestellt werden können. (Südl. Vorarlbergerketten, Wildhaus, Amden, Drusbergdecke bis Brienzerrothorn, Préalpes etc.)

Es frägt sich nun weiter: gibt es lacustre oder terrigene Ablagerungen des Untereocaens in den Schweizeralpen?

In erster Linie denke ich an die alpinen Bohnerz- und Bolus-Bildungen, die direkt auf Jura oder unterer Kreide aufliegen und in Taschen und Nestern in diese eindringen. Möglicherweise kommen auch noch gewisse Kohlen und Süsswasserablagerungen an der Basis der marinen Pilatusschichten der westlichen Schweizeralpen für das Untereocaen in Betracht. [1])

Da ich nun die marinen Sandsteine und Sandkalke mit kleinen Nummuliten der Titliskette (vergleiche folgender Abschnitt) als Pilatusschichten glaube nachgewiesen zu haben, so ist damit gezeigt, dass die Bohnerz- und Bolus-Bildungen älter sind als die Pilatusschichten. Die terrestrischen Bildungen der Bohnerzgruppe sind also älter als mittleres Lutétien, und wenn sie nicht allein dem unteren Lutétien angehören (was sehr unwahrscheinlich ist), so kommt in erster Linie das Unter-Eocaen in Betracht. [2])

In ähnlichem Sinne hat sich bereits *Douxami* für die französischen Alpen ausgesprochen. [3])

Gewiss darf aber das Bohnerz nicht überall ein und derselben scharf abgegrenzten Zeit zugeschrieben werden. Seine Bildung kann je nach dem Ort früher oder später begonnen oder aufgehört haben.

---

[1]) Die zeitliche Aufeinanderfolge der Schichten im Diableretsgebiet, wie sie von Renevier („Beiträge" 1890 p. 362—365) gegeben wird: 1. Nummulitique inférieur, 2. Sidérolitique, 3. Marne d'eau douce, 4. Anthracite, 5. Nummulitique supérieur usw. ist nicht plausibel, da das Bohnerz nicht auf dem „Nummulitique inférieur" aufliegt. Jedenfalls bedarf diese zweifelhafte Reihenfolge einer Nachprüfung.

[2]) Wir würden dann erinnert an die transgressive Auflagerung des marinen „Calcaire grossier" bei Paris auf den Thonen und Kohlen (lignites) des Sparnacien.

[3]) *H. Douxami:* Thèse — Etudes sur les terrains Tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. Paris 1896 p. 27.

B. Die Pilatusschichten (Kaufmann).

Allgemeines.

Die Pilatusschichten bilden die Basis der schweizerischen Nummulitenbildung und liegen überall unmittelbar auf dem Mesozoikum, Kreide oder Malm.

Kaufmann unterscheidet innerhalb der Pilatusschichten:

2. Pektinitenschiefer,
1. Complanataschichten in

α) Sandfacies mit Kalklager — Hohgantfacies, Hohgantschichten,
β) Mergelfacies mit Kalklagen — Melchaafacies, Melchaaschichten,
γ) Glauconitfacies mit Kalklagen — Bürgenfacies, Bürgenschichten.

In dieser Einteilung muss einiges korrigiert werden:

1. Die „Mergelfacies mit Kalklagen" der Melchaa ist nichts anderes als Flysch, wie noch unter Flysch ausführlich gezeigt werden wird.
2. Die Sandfacies oder Hohgantfacies ist eine Spezialfacies der Pilatusschichten, sie darf aber nicht als Facies der Complanataschichten allein hingestellt werden. Dies widerspricht auch der ersten fundamentalen Arbeit *Kaufmann's* über den Pilatus.
3. Die „Pektinitenschiefer" gehören keiner bestimmten Gesteinsstufe an, sondern sind eine Facies, die, wie *Kaufmann* selbst gezeigt hat, in verschiedenen Höhen innerhalb des oberen Teiles der Pilatusschichten auftritt oder ganz durch Hohgantsandstein vertreten ist.[1] In der Ostschweiz habe ich die Pektinitenschiefer einzig am Kistenpass gefunden, obwohl aus der gleichen Zeit die Mergelablagerungen nirgends fehlen.

Pektinitenschiefer und oberer Quarzsandstein zusammen scheinen hingegen, wenigstens in der Zentralschweiz, eine Einheit zu bilden. Ich bezeichne sie als „obere Pilatusschichten". Wenn einmal durch genaue Profil-Aufnahmen und Integration definitiv festgestellt sein wird, dass die Hohgantsandsteine der Hohgant-

[1]) *Kaufmann* schreibt hierüber (1886 p. 545): „Das Querprofil des Burgfluhgebietes, wo der Pektinitenschiefer in kurzen Abständen dreimal auftritt, spricht dafür, dass Kalke und Schiefer zu einer Bildung — Complanataschichten — gehören." Und doch schreibt *Kaufmann* dem Pektinitenschiefer ein jüngeres Alter („Barton") zu, als den Complanataschichten („Parisien"). Wenn diese Aussage *Kaufmann's* richtig ist, so wäre also der Pektinitenschiefer nicht nur eine wechselnde Facies der oberen Pilatusschichten, wie am Pilatus, sondern der ganzen Gruppe der Pilatusschichten. Vielleicht aber sind die genannten „Complanata"-Kalke zwischen Pektinitenschiefer eine ausnahmsweise in höherem Niveau wiederkehrende Facies der eigentlichen Complanata-Bank des Pilatus. Vergl. auch *Kaufmann* 1886, Atlas, Taf. XVIII f. 1.

Niederhorngruppe nur die oberen Pilatusschichten vertreten, so wird der Name Hohgantschichten als Gesteinsstufe am zweckmässigsten sein.

Die Bezeichnung „Complanataschichten“ kann ohne nähere Bestimmung, wie „Complanataschichten der Pilatusschichten“ zu Missverständnissen führen, indem N. complanata auch in Nummulitenkalken im Flysch, noch in 1000 m höherem Niveau, gelegentlich noch massenhaft auftritt (z. B. Ragaz).

Im folgenden Abschnitt werden einige wichtige Spezialprofile der Pilatusschichten behandelt, und erst später unter „Altersbestimmung und Gliederung“ eine weitere Teilung der Pilatusschichten von allgemeinerem Werte versucht.

Nordseite des Aarmassivs, autochthon.

1. Kistenpass.

Nirgends sind die Pilatusschichten in den östlichen Schweizeralpen so schön entwickelt und so klar aufgeschlossen, wie im Gebiet des Kistenpasses (zwischen Rheintal-Brigels und Linthtal 2500—2727 m). Schon von weitem treten sie deutlich hervor durch ihre gelbbraune bis rotbraune Anwitterungsfarbe zwischen grauen Flyschschiefern (Stadschiefer) und grauen Kreidekalken (Seewerkalk-Schrattenkalk). Die gleichen, frisch grünen Assilinengesteine wie am Walensee sind hier braun angewittert.

In bezug auf die lithologische und paläontologische Facies finden wir einerseits innigste Verwandtschaft mit der Ausbildung an der Wageten, andererseits aber auch eine auffällige Übereinstimmung mit der Bürgenfacies *Kaufmann's*. (Man vergleiche das untenstehende Profil mit dem der Bürgenstock-Nase).

Am 22.—23. September 1908 konnte ich bei Muot de Robi (2450 m) nahe am Kistenpassweg das folgende Profil[1]) aufnehmen, von oben:

9) 200 m grauer, weicher Mergelschiefer mit Globigerinen des Kistenstöcklis 2749 m. Facies der Stadschiefer. — Übergang

8) 3 + ? m Mergelschiefer, ziemlich ebenflächig spaltend, mit feinkörniger Oberfläche, dunkle Körnchen und fragliche spärliche Pflanzenabdrücke und Pyritknollen enthaltend; nicht selten sind unbestimmbare Schalenbruchstücke und Abdrücke von Pektiniden **(Spondylus, Pekten)** und spärliche, kleine Orthophragminen (?). Diese Mergelschiefer entsprechen dem **Pektinitenschiefer** des Pilatus! — Übergang 1 m.

[1]) In der später folgenden Tabelle habe ich das Profil etwas vereinfacht aufgestellt.

7) 3 m Grenz-Sandstein. Grauer, feinkörniger Quarzsandstein mit Glimmerschüppchen, reich an Rostflecken von Pyrit. — Übergang rasch (0,1 m).

6) 5 m Sandkalk, rauh angewittert, mit vorragenden Quarzkörnern; zum Teil massenhaft **Orthophragminen** und kleine **Nummulina** sp., granuliert.

5) 1 m Haupt-Complanatabank; grauer Kalk erfüllt mit

Nummulina complanata Lam., und Var. **Dufrenoyi**

grosse Form, typisch (die frei gesammelten Exemplare sind meist elliptisch gestreckt mit Durchmessern 3 : 4), Dimensionen bis 70 × 4 ; 70 × 6 ; 90 × 4,5 ; 90 × 5,5 mm!

N. helvetica Kaufm.,

typisch, alles erfüllt, genau gleich wie an der Wageten, Durchm. meist 5, höchstens 7 mm.

N. uroniensis sp. n., megasphärisch, vereinzelt.

Orthophragmina sp., kleine, schmale Form (O. Pratti?)

4) 4 m Sandkalk, rostgelb angewittert, mit groben Quarzkörnern; in einzelnen Lagen massenhaft **N. complanata**.

3) 18 m feinkörniger, glauconitischer Sandkalk, im unteren Teil reich an

Nummulina uroniensis, sp. nov. microsph., sehr häufig und gross, typisch.

N. complanata Lam.

N. helvetica Kaufm., häufig.

Assilina exponens J. de C. Sow., spärlich.

Orthophragmina discus Rütim., grosse, schmale Form, bis 40 × 1,5 mm.

O. Pratti Mich?, sehr schmal, bis 32 mm Durchm. — Übergang 0,5 m.

2) 4,8 m „Assilinengrünsand"; feinkörniger Glauconitkalk, mit

Assilina exponens J. de C. Sow.,

typisch, gross, granuliert, bis 40 mm Durchmesser (= gestreckt?) sicher bis 35 mm. Dimensionen 32 × 2,5 ; 31 × 1,9 ; 28 × 2,3 ; 25 × 1,8 ; 25 × 2 ; 23 × 2,2 etc., Verhältnis Dicke zu Durchmesser = 1 : 11 bis 1 : 16; ca. 17 Windungen. Zu Millionen, gesteinsbildend (keine Var. tenuimarginata gefunden).

A. mamillata d'Arch.,

typisch, jedoch weniger auffallend und im ganzen weniger häufig als A. exponens, in einzelnen Lagen die microsphärische Form schwarmweise mehr oder weniger ersetzend, granuliert, bis 7 mm Durchmesser.

Orthophragmina discus Rütim.,

mit Pfeilern auf der Oberfläche und var. **laevis**. Gleiche Formen wie in den Exponensschichten von Fli und Aubrig, bis 38 × 4 mm; weniger zahlreich als A. exponens.

Nummulina complanata Lam.,

häufig, in Dimensionen: 50 × 3; 55 × 3; 52 × 4; 60 × 4; 65 × 5; 67 × 4; 80 × 4 mm.

N. helvetica Kaufm.,
spärlich und nicht gut erhalten.

N. uroniensis sp. nov. microsph.,
gross, genau gleich wie bei Sisikon. Dimensionen: 16 × 5; 20 × 7; 23 × 5; 24 × 7,5; 23 × 6; 27 × 7; 28 × 7 mm.

N. uroniensis sp. nov. megasph. (weniger häufig?).

Diese 4 Nummulinen nehmen an Häufigkeit nach oben zu, entsprechend dem Zurücktreten des Glauconitgehaltes, während umgekehrt im unteren Teil fast ausschliesslich Assilinen dicht gehäuft liegen.

1) 5—10 cm, feinkörnig sandig-glauconitische Schicht mit spärlichen Muscovitschüppchen, ohne Gross-Foraminiferen.

Kontaktfläche gegen den liegenden Seewerkalk messerscharf, im ganzen glatt, jedoch das Eocaen auch lokal in kleinen Taschen von 2—4 cm in die Kreide eingreifend.

Die Gesamtmächtigkeit der unteren Pilatusschichten = Bürgenschichten (Nr. 1—7) beträgt gemessen 36 m.

Etwa 5 km weiter nördlich, am Muttenkopf (2486 m), sind die Pilatusschichten noch wenig verändert. Die „Assilinengrünsand"-Basis ist nur noch etwa halb so mächtig und liegt direkt auf Drusbergschichten (Barrêmien). An der Basis sind einzelne (Pseudo)-Gerölle eingeschlossen. Der Grenzsandstein 7 ist kompakt, quarzitisch, braust kaum mit HCl und ist mächtiger als im südlicheren Profil. Die Muttenseehütte S. A. C. (2503 m) steht auf diesem Grenzsandstein, der, mit Clivage schräg durchsetzt, die leicht vom ehemaligen Lokal-Gletscher geschliffene Hochfläche bis zum Muttensee bildet.

2. Linthtal.

Um mir eine Vorstellung über die ursprünglich nördlichste Facies der Pilatusschichten machen zu können, habe ich über der autochthonen Malmwand bei Tierfehd westlich der Linth nach Aufschlüssen gesucht und einen solchen am Bach nächst nördlich des Schreienbaches, an schwer zugänglicher Stelle — abermals 5 km nordöstlich von Muttensee entfernt — gefunden. (Vergl. Fig. 1.)

5) weiche Mergelschiefer, Facies der Stadschiefer; Kontakt gegen 4 nicht aufgeschlossen.

4) 1 m Orthophragminenkalk; mergelig, schieferig spaltendes Gestein, etwas sericitisiert.

Fig. 1.
Die Basis der Eocaenschichten bei Linthtal, autochthon.



Auf polierten Flächen glaube ich die Querschnitte folgendermassen mit Vorbehalt deuten zu dürfen:

Nummulina helvetica Kaufmann (?), sehr schmal.
N. striata Brug. (?).
N. cf. atacica Leym., selten.
N. Heeri de la H. var. minor.
Orthophragmina Pratti Mich. (??), massenhaft.
Orthophragmina sp., massenhaft dick aufgeblasene, sehr kleine Individuen.

3) 3,4 m dunkler, toniger Sandstein, z. T. quarzitisch mit vorragenden groben Quarzkörnern und schieferigen Streifen; darin die gleichen Orthophragminen und kleinen granulierten Nummulinen wie in 4. — Übergang

2) 1 m Quarzitsandstein, inwendig grünlichgrau, Quarzkörner 0,5—3 mm. — Scharfe Grenze.

1) 1 m schwarzgrauer Schiefer mit Kalkfasern, braun angewittert; — scharfe, glatte Grenzfläche gegen

0) ca. 20 m Öhrlikalk-Berriasien?, dichter, grauer Kalk mit Oolithkörnern und Echinodermentrümmern, auf Malm ruhend.

Diese, wie es scheint neritisch-litorale, reduzierte Facies der Pilatusschichten ist sonst noch unbekannt, und umso sonderbarer, als mir Herr Prorektor *Oberholzer* aus der tektonisch gleichen Zone 4—6 km weiter südwestlich vom Altenorenstock, Zutreibistock und Claridenfirn Handstücke zusandte, welche die gleichen Nummulitiden wie am Kistenpass enthalten und auch gleiche Gesteinsbeschaffenheit zeigen. Als neu, d. h. am Kistenpass nicht beobachtet, sind in diesen Handstücken

Orthophragmina cf. Chudeaui Schl.? oder **Actinocyclina** sp.? vom Altenohren- und Zutreibistock; ferner von Ober-Baumgarten:
Assilina exponens var. **tenuimarginata** nov.
Orthophragmina Archiaci Schlumb.

3. Schlossberg bei Engelberg.

Mein Freund und Kollege Dr. *P. Arbenz*, Spezialkenner der Gebirge von Engelberg bis Meiringen, hatte die Freundlichkeit, mich am 2. Oktober 1908 an den Schlossberg zu begleiten. Nachdem er bereits an verschiedenen Stellen der Kette des Titlis und der Gadmenflühe an der Basis des Eocaen **Bohnerz** entdeckt hatte, waren wir überrascht, diese aus dem Juragebirge bekannte terrestrische Bildung in schönster Weise auch weiter nordöstlich am Schlossberg wieder zu finden. (Am folgenden Tage fand ich die gleichen Bildungen auch noch auf dem Bergrücken zwischen Alp Ebnet und Fürren.) Wir haben das im folgenden zu besprechende

Fig. 2. **Das Profil der Pilatusschichten am Schlossberg ob Engelberg** (autochthon).



(schwarz mit weissen Punkten = Bohnerz.)

Anmerkung: Das Mesozoikum bis zum Bohnerz scheint gefaltet zu sein und infolge von tektonischer Rutschung discordant an den Pilatusschichten abzustossen. Im obigen Profil, das *N-S* gerichtet ist, kann dies nicht dargestellt werden.

Profil am Schlossberg gemeinsam aufgenommen. Da Herr Dr. *Arbenz* das Bohnerz und dessen Liegendes der autochthonen Zentralschweizer-Alpen in einer allgemeinen Arbeit demnächst behandeln wird, kann ich mich für diese Bildungen kurz fassen.

Das in Fig. 2 gezeichnete Profil befindet sich am Westfuss des Schlossberges, bei ca. 1800 m Höhe, östlich des von Engelberg aus viel besuchten Stierenbach-Wasserfalles. Das Bohnerz liegt in der Felsrinne nördlich „In den Platten" der Karte 1 : 50,000. Wir finden von unten:

1) Grauweisser Kalk, kompakt, vollkommen dicht, mit muscheligem Bruch = oberer Malm (?). — Übergang 1 m in

2) ca. 20 m Pseudo-Konglomerat. Gleicher Kalk wie 1, aber auch gelblich bis rötlich, grünlich oder schwärzlich, subkompakt oder in ein scheinbares Konglomerat aufgelöst und mit dunkelrotem Bohnerz, rotem oder intensiv grünem Bolusthon oder Quarzit imprägniert und verkittet. Auch grössere Taschen von Bohnerz.

3) 2—6 m tiefrotes Bohnerz und grüner Bolus-Sandstein. Bohnerz 0—4 m von grünen Thon-Quarzschlieren durchzogen, mit Eisenerzbohnen bis über 4 cm Durchmesser; einzeln eingebacken bis 8 cm grosse Gerölle von Granit und ziegelrotem, verwittertem Gestein (Typus Schwarzwald?). Bolus-Sandstein meist über dem Bohnerz und geschichtet, oder das Bohnerz ersetzend, hellgrün und rotflammiges, feinkörniges Quarzsand-Thon-Gestein. — Scharfe Grenze ohne Übergang gegen

4) 1—2 m Thon und Mergelkalk; unten 0—1 m inwendig schwarzer, flaseriger, thoniger, dichter Kalk, oben schwarzgraue, weiche Mergelthone, schieferig, bituminös, die Finger schwärzend. Nach der mir sehr wertvollen Mitteilung von Herrn Dr. *Arbenz* entspricht diese Schichtgruppe genau den brackischen **Cerithienschichten** der Gadmenflühe. Andererseits erinnere ich an die wie es scheint identische Schichtlage an der Basis des Eocaen bei Linthtal (vergl. 1 in Fig. 1, p. 18). — Scharfe Grenze gegen

5) 1,5 m massige, gelblich angewitterte Bank von feinkörnigem, klingendem kalkhaltigem Quarzsandstein. — Scharfe Grenze.

6) 30—35 m massiger, grobbankiger Quarz-Sandstein mehr oder weniger kalkhaltig; grau bis schwarzfleckig angewittert, inwendig grau bis grünlich; im unteren Teil auch konglomeratische Lagen mit milchweissen Quarzgeröllchen bis 1,5 cm. In einzelnen Lagen häufig schlanke granulierte und glatte Orthophragminen-**Discocyclinen,** seltener kleine, megasphärische, granulierte **Nummulinen,** die auf polierter Fläche nicht bestimmbar sind. Trotz kaum merklichem Gesteinswechsel scharfe orographische Grenze gegen

7) 10 m grober, kalkiger Quarzsandstein; Oberfläche rauh, sandig, Quarzkörner von 0,5—1, auch bis 2 mm, mit Glimmerschüppchen; enthält massenhaft Orthophragminen, auch kleine granulierte Nummulinen wie 6. Bei einem einzigen Exemplar konnte ich die Oberfläche sehen — es schien mir das Netzwerk von **Nummulina Fabianii** (?) zu sein. — Übergang 0,5—1 m in

8) 7 m Orthophragminenkalk mit Lithothamnien. Hell, bräunlichgrau bis hellgrau angewitterter, massiger, organogener Kalk mit körnigem Bruch, z. T. mit spärlichem Sandgehalt; inwendig schwarzgrau, polierte Fläche glänzend

schwarz, dicht; reich an Lithothamnien, die sich entweder als deutliche unregelmässige Knollen erkennen lassen, oder wie eine dichte fluidal-gallertartig aussehende Grundsubstanz die Foraminiferen umfliessen.

Orthophragminen und zwar Discocyclinen herrschen vor; es scheinen mindestens 4 Arten zu sein: 1. eine schlanke, glatte (O. Pratti); 2. eine schlanke, gepfeilerte; 3. eine auffallend dick angeschwollene glatte, oder sehr schwach gepfeilerte megasphärische Form von nur 2 mm Durchmesser, sehr häufig; 4. eine Form mit mehreren Knotenanschwellungen auf dem Querschnitt (Actinocyclina?).

Nummulina contorta Desh. (?),
ein einziges Exemplar von 9 × 3 mm gefunden.

N. striata Brug., nicht selten.

N. Heeri var. **minor** de la Harpe,
häufig und typisch; 3 mm Durchmesser (nicht N. Tournouëri oder Boucheri de la Harpe).

Serpula-Röhren, genau wie **S. Pilatana** May. aussehend,
Echinodermenstacheln.

Die Facies erinnert etwas an den Fidersberg bei Iberg; mehr aber an die zwar viel weniger mächtige und mehr schieferige Orthophragminenbank bei Linthtal (4 in Fig. 1, p. 17). — Übergang in

9) 7—10 m sandige Schichten (Grenzsandstein z. T.), mit Lecidea geographica bewachsen:
   a) 2—3 m sandiger, knorrig-schieferiger Mergel;
   b) 2—3 m Sandsteinbänke von 1—3 dm mit schieferigen Zwischenlagen. (Im Schutt, vermutlich aus diesen oder den nächst höheren Schichten stammend, ein Pekten-Bruckstück — versandete Pektinitenschiefer);
   c) Rasenband, entsprechend 3—4 m Mergelschichten.

10) ca. 20 m Sandsteinbänke von 1—5 dm (ca. 2/3) reich an Muscovitglimmer, mit glattflächigen Schiefer-Zwischenlagen (ca. 1/3). — Übergang in

11) ca. 12 m graue Mergelschiefer ohne Sandstein, mit Foraminiferen-Körnchen. Darüber wieder Sandsteinbänke etc., siehe Flysch.

Wenn wir nun das Schlossbergprofil überblicken, so fällt zuerst das Fehlen der grossen Nummuliten auf. Allein die Analogie mit Kistenpass-Linthtal einerseits, dem Pilatus andererseits springt in die Augen, wenn wir vom Liegenden der Nummulitenbildung absehen. Selbst die Mächtigkeit stimmt in den drei Profilen ziemlich überein (36—50 m). Die Sandstein- und Kalkschichten 7 und 8 des Schlossbergprofiles stimmen genau überein mit den „Complanataschichten“ vom

Kistenpass, Pilatus, Bürgenstock und Sisikon, während die Schichten 4 das brackische Äquivalent der glauconitischen Schichten der **Assilina exponens** und **Nummulina uroniensis** jener Lokalitäten vorzustellen scheinen. Den Grenzsandstein des Kistenpasses finden wir auch am Schlossberg wieder (9a - b.) — ja selbst Andeutungen von Pektinitenschiefer.

Allein wir befinden uns hier schon mehr auf der Seite der mediterranen Provinz. An Stelle der grossen Nummuliten finden wir Orthophragminen und die kleinen megasphärischen Nummuliten, die mit Ausnahme von **N. Heeri** als Wahrzeichen von Ober-Eocaen („Priabonien") oder Oligocaen gelten.

4. Titlis-Gadmerflühe.

Baltzer[1]) stellt als Titel auf Parisien II und Bartonian I, ohne irgend eine Begründung dafür zu geben. Als Parisien II nimmt er 5½ m mächtige thonige Kalke mit Kohlenbändchen, als Bartonian I grauen Nummulitensandstein (ohne Angabe der Mächtigkeit). Aus diesem Nummulitensandstein verzeichnet *Baltzer* nach Bestimmungen von *De la Harpe* **Nummulina Fichteli Mich., striata d'Orb** und cf. **planulata d'Orb.**[2]) Handelt es sich hier um das gleiche Niveau des „calcaire à Nummulites" der Diablerets, und muss auch hier die **„Nummulina Fichteli"** zu den Pilatusschichten (Lutétien) gestellt werden? Die Untersuchung am Schlossberg ist imstande, diese wichtige Frage zu beantworten.

Die **„N. Fichteli"** wurde im Sommer 1908 durch Herrn *J. Boussac* als

N. Fabianii Prever[3])

erkannt. Er fand sie in Blöcken auf der Südseite des Engstlensees nordöstlich Engelberg. Herr *Boussac* hatte die Freundlichkeit, mir in Zürich seine Handstücke zu zeigen. Der grünliche kompakte harte Sandstein stimmt mit demjenigen aus No. 6 und 7 des Schlossbergprofiles überein. Nach Mitteilung von Herrn Dr. *Arbenz* ist auch jede andere Herkunft der Blöcke auf der Südseite des Engstlensees ausgeschlossen. Er erkannte am Schlossberg sofort wieder die

---

[1]) *A. Baltzer.* Kontakt von Gneiss und Kalk im Berner Oberland. Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz. Lfg. 20, 1880, p. 60—65.

[2]) Diese Bestimmung, welche offenbar die gleiche Art betrifft, wie diejenige, die ich vom Schlossberg als N. Heeri var. minor (= megasphaerische Generation von N. Murchisoni var. minor) bestimmt habe, ist sehr bemerkenswert, in dem N. planulata-elegans allgemein als typisch für Unter-Eocaen, Yprésien gilt!

[3]) *J. Boussac,* B. S. G. F. 1906 p. 88 pl. I; III f. 6.

ihm von den Gadmenflühen bekannten Sandsteine (6 und 7), aus denen jedenfalls die **N. Fabianii** herstammt.

Andererseits war ihm auch auf den ersten Blick die Übereinstimmung der thonig und abfärbenden Schicht 4 des Schlossbergprofiles mit den Cerithienschichten und Thonkalken mit Kohlenbändchen der Gadmenflühe klar. Zwar sind diese Schichten am Schlossberg nur noch schwach entwickelt, kohlefrei, keine Cerithien mehr enthaltend und im Ausklingen begriffen.

Vergleichen wir jetzt noch das Profil vom Schlossberg und den Gadmenflühen mit dem der Diablerets. Die Analogie ist unverkennbar. Auch hier finden wir über den Bohnerzbildungen die „couches à Cérithes" (4), dann „grès nummulitique" (6, 7), ebenso wie an den Diablerets etwa 45 m, darüber den „calcaire à petites Nummulites" (8) mit den gleichen Nummulinen wie an den Diablerets!

Damit ist der Nachweis gegeben, dass die Nummulina Fabianii der autochthonen Zentralschweiz das Niveau der helveto-bavarischen „Complanataschichten" (Pilatusschichten) repräsentiert.

Doch es sind bis dahin noch lange nicht alle Gründe zusammengestellt, welche diese Auffassung fordern. Vor allem kommt hinzu, dass sich der gleiche Flysch mit den gleichen Abstufungen über den Nummulitenschichten des Schlossberges wie im Kanton Glarus über den „Complanataschichten" hinwegzieht.

5. Rosenlaui-Gletscher.

Vom Rosenlaui-Gletscher im Berneroberland gibt *Mösch* [1]) ein, wie es scheint sehr genaues Spezialprofil des Eocaen, nach meiner Auffassung der Pilatusschichten. Tektonisch ist die Lage vollkommen homolog derjenigen des Eocaen vom Titlisgebiet, (siehe später) und auch stratigraphisch ist die Übereinstimmung nach *Mösch* verblüffend. Andererseits springen die Analoga mit Balmhorn-Gemmi (und mit den Diablerets) in die Augen.

Ich gebe im folgenden das Profil von *Mösch* gekürzt wieder; von oben

a = 15 m feinkörniger Sandstein mit Nummuliten;

b = 2,5 m grauer, kalkiger Sandstein;

c = 6 m thonig-schieferiger Kalk mit vielen Mollusken, besonders **Cyrena Vapincana** d'Orb, **Cardium granulosum** Lam., **Cytherea Villanovai** Desh., **Diastoma costellata** Lam., **Natica Studeri** Qu. etc. (siehe *Mösch* l. c. p. 191);

[1]) *C. Mösch:* Kalk- und Schiefergebirge zwischen Reuss- und Kiental. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. Lfg. 24^{III}, 1894, p. 190—194, Taf. XXXIV, f. 6.

d = 1—2,5 m kohlig abfärbender Kalkstein mit sandigen Kohleschmitzen;
e = 2,5 m grauweisser Sandstein mit kleinen Nummuliten;
f = 3 m feinerer Sandstein ohne Nummuliten;
g = 1 m dichter, splitterig-brüchiger Quarzsandstein;
h = 0,5—1 m graugrünes bis lauchgrünes, sprödes Gestein, hart oder weich, mit bräunlichen, blutroten Pünktchen und bis handgrossen Flecken; lebhaft gefärbt, ohne Petrefakten;
i = Malmkalkschichten, dicht, muscheligbrüchig.

Aus der Übereinstimmung mit dem später zu behandelnden Profil des Schlossberges bei Engelberg geht hervor, dass die Schichten a—g mit ca. 30 m Mächtigkeit den Pilatusschichten entsprechen, während das grüne und rotfleckige Gestein h dem Bolussandstein der Bohnerz-Gruppe angehört, homolog dem grünen Quarzgestein des Stierenbachfalles zwischen Engelberg und Surenenpass.

Auffallend ist jedoch, dass am Rosenlauigletscher zum Unterschied von der Titlis-Schlossbergkette noch marine Nummulitenschichten unter den brackischen Schichten c vorkommen; es erinnert dies an die Verhältnisse des Sigriswylergrates, Die genaue Paralellisierung aller Einzelschichten ist noch unsicher.

6. Blümlisalp-Gruppe.

Über dieses Hochgebirgs-Stück im Berneroberland liegt die neue Untersuchung von *A. Trösch*[1]) vor. Das Eocaen (Pilatusschichten) der „inneren Kalkalpen“ (was unter der Taveyannaz-Gruppe liegt) wird eingeteilt in:

„Barton“ „Orbitoiden- und Nummulitenkalk- und Sandstein, Sandsteine und sandige Kalke mit Austern, Pekten, Schnecken, sehr kleine Nummuliten, Schiefer, event. schon Parisien“;

„Parisien“ zirka 4 m „Diableretsschichten. **Cer. plicatum, Cyrena Vapincana, Cytheraea Vilanovae,** Kohle, Bohnerz des Fisistock“;

„Tschingelkalk“ soll die obere Kreide vertreten und noch ins Eocaen hinaufreichen, was der gesamten Kenntnis der helvetischen Facies widerspricht.

Wichtiger als diese wenig präzise Zusammenfassung ist ein genaues Spezialprofil der Fisistöcke, welches *Trösch* auf Seite 139 bespricht, und das ich im folgenden, soweit es das Eocaen betrifft, gekürzt wiedergebe; von oben

[1]) *A. Trösch:* Beiträge zur Geologie der westlichen Kientaleralpen (Blümlisalp-Gruppe). Eclogae geol. helv. Vol. X Nr. 1, 1908, p. 63—150.

Flysch; thonige Schiefer, reduziert auf . . . 20 m
Quarzsandstein, hell, selten sehr kleine Nummuliten 60 „
Oberer Lithothamnienhorizont . . . . 1,5 „
Sandstein, braun angewittert, z. T. stark kalkig und
dann Nummuliten und Lithothamnien gehäuft ca. . 30 „
Unterer Lithothamnienhorizont . . . . 6 „
Bohnerz (reiche Schneckenfauna in Mergelschiefern) . 3 „

Das „Barton“ und „Parisien“ *Trösch's* gehören nach meiner Auffassung zu den Pilatusschichten und damit zum mittleren Lutétien. Von dem Spezialprofil der Fisistöcke rechne ich die Schichten von der „Schneckenfauna“ bis und mit dem 60 m mächtigen Quarzsandstein zu den Pilatusschichten, die also in diesem Profil etwa 100 m mächtig sind. Der untere Teil davon, nämlich die 35—40 m mächtigen Schichten von der „Schneckenfauna“ (Cerithienschichten) bis zum „oberen Lithothamnienhorizont“, gehören vermutlich zu den Bürgenschichten (entsprechend den Schichten 4—8 des Schlossbergprofiles Fig. 2, p. 19 und den Schichten 1—6 des Pilatus in Fig. 5, p. 41); während der obere 60 m mächtige Quarzsandstein dem des Klimsenhornes am Pilatus und damit den oberen Pilatusschichten entsprechen mag.

Die Übereinstimmung der Schichtfolge und Ausbildung mit dem Schlossbergprofil ist unzweifelhaft, und die Anklänge an das Pilatusgebiet sind noch deutlich ausgeprägt.

7. Balmhorn-Gemmi.

M. Lugeon[1]) gibt das folgende, sehr wertvolle Profil der Gemmi, von oben

a) Schistes calcaires à globigérines
b) Grès quartzeux . . . . 6 m
c) Alternance de calcaires gris clairs foncés avec
bancs remplis de lithothamnium . . . 9 „
d) Grès ou quartzite . . . . 7,5 „
e) Calcaires noirs à lithothamnies . . . . 3,2 „
f) Calcaires gris schisteux, remplis de fossiles écrasés
(Niveau à **C. Diaboli**) . . . . . 3,2 „
g) Calcaires noirs fétides à polypiers . . . 2 „
h) Sidérolitique sporadique, pénétrant dans les couches sous-jacentes.

[1]) *M. Lugeon:* Hautes-Alpes entre Sanetsch et Kander. Eclogae geol. helv. 1905, p. 428.

Die Schichten b—g entsprechen nach meiner Ansicht konsequenterweise den Pilatusschichten (vielleicht nur dem unteren Teile derselben). Die Facies ist neritisch und die Gesamtmächtigkeit etwa 30 m. Die Globigerinenschiefer a müssen dann, wenigstens teilweise, dem untersten Flysch oder Stadschiefer *Kaufmann's* gleichgestellt werden (= oberes Lutétien, Niveau der unteren Einsiedlerschichten). Vielleicht lassen sich in deren Basis noch das Niveau der oberen Pilatusschichten, die Faciesrudimente der Pektinitenschiefer, nachweisen.

Helvetische Decken der westlichen Schweizeralpen.

8. Waadtländeralpen-Diablerets

(mittlere helvetische Decken).

Renevier[1]) teilt das Eogen des Gebietes der Diablerets und Dts. de Morcles folgendermassen ein:

Eocène	4. Flysch	Bartonien
	3. Nummulitique supérieur	Parisien sup.
	2. Eocène d'eau douce . .	Parisien inf.
	1. Nummulitique inférieur .	

Diese Einteilungsart ist verschiedener von denjenigen anderer Schweizergegenden, als die Schichtfolge selbst, stimmt aber noch am ehesten mit der Gliederung *Kaufmann's* für die Zentralschweiz überein. Für die weitere eingehende Gliederung verweise ich auf *Renevier's* Werk, besonders auf das Spezialprofil l. c. p. 375 der Diablerets.

Wie bereits im Abschnitt Untereocaen gesagt wurde und *H. Douxami*[2]) 1896 bemerkte, liegt das Bohnerz, das *Renevier* sonderbarer Weise zum „Eocène d'eau douce" rechnet, nicht über dem „Nummulitique inférieur".

Bemerkenswert ist, dass der Flysch zum Obereocaen gestellt wird, zu dem *Renevier* auch den „Calcaire à petites Nummulites" rechnet. Dieser „calcaire à Nummulites" enthält nach *Renevier* und *De la Harpe* **Nummulina „intermedia-Fichteli" (N. Fabianii ?)** und gleichzeitig **N. Murchisoni.** (Wegen ersterer sollte nach modernem Usus die betr. Schicht Ober-Eocaen bis Oligocaen, wegen letzterer unteres Lutétien sein.)

Aus beiden Haupt-Fossilschichten: 1. den Cerithienschichten, 2. dem calcaire à Nummulites findet *Renevier* eine überwiegende Zahl mitteleocaener (Lutétien) Arten, namentlich Mollusken.

[1]) *E. Renevier:* Monogr. d. Hautes Alpes Vaudoises, Beiträge z. geol. K. d. Schw. Lfg. 16, 1890.

[2]) *H. Douxami:* Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. Paris 1896, p. 26 und 81.

Aus Analogie mit den übrigen Schweizeralpen (besonders Ralligstöcke, Niederhorn und Schlossberg-Gadmenflühe) betrachte ich *Renevier's* „Nummulitique supérieur" d. h. Cerithienschichten, „grès nummulitique" und „Calcaire à Nummulites" als Pilatusschichten und stelle sie damit zum mittleren Lutétien (vergleiche Abschnitt Altersbestimmung und Tabelle).

Durch die übliche rein paläontologische Diskussion kann die Altersfrage nicht weiter gefördert werden, durch lithologische Integration aber wird ein Entscheid gebracht werden können.

9. Lohner-Achseten südlich Frutigen

(obere helvetische Decken).

Eine interessante Studie über die helvetischen Nummulitenbildungen der Gegend Frutigen-Adelboden hat soeben *E. Bernet*[1]) veröffentlicht. Er unterscheidet — leider ohne Mächtigkeitsangaben — die folgenden Gesteinsstufen. Ich erlaube mir, meine Ansicht rechts daneben zu stellen:

<table>
<tr><th colspan="2">Nach E. Bernet u. a.</th><th colspan="3">Nach meiner Auffassung.</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Oligocène (Tongrien)</td><td>5. Wildflysch mit schistes gréseux à Helminthopsis, grès quartzeux, brèches et conglomérats</td><td>Wildflysch mit exotischen Blöcken</td><td rowspan="2">Unterer Flysch (Kaufm.) = Einsiedlerschichten</td><td rowspan="2">Mittel-Eocaen oberes Lutétien (-Auversien?)</td></tr>
<tr><td>4. Schistes à Globigérines, jaunes extérieurement, avec Globigerina et Pulvinulina</td><td>Stadschiefer</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Lutétien et Bartonien</td><td>3. Calcaire à Lithothamnium, à Orthophragmina Marthae Schl. et Miliolidés etc.</td><td>Lithothamnien-Kalk</td><td rowspan="3">Pilatusschichten</td><td rowspan="3">mittleres Lutétien</td></tr>
<tr><td>2. Lumachelle à Orthophragmina radians et O. stellata</td><td>Actinocyclinen-Kalk</td></tr>
<tr><td>1. Calcaire gréseux à grains de quartz, à Nummulites et Orthophragmina</td><td>Sandkalk</td></tr>
<tr><td></td><td>0. Urgonien</td><td colspan="3">Schrattenkalk</td></tr>
</table>

[1]) *Edm. Bernet*: La zone des cols entre Adelboden et Frutigen. Eclogae geol. helv. Vol. X No. 2 1908, p. 219—226.

Diese Zusammenstellung gestattet, nach Bedürfnis die Gliederung *Bernet's* ohne Zwang in die Tabelle, wie sie im Abschnitt „Altersbestimmung und Gliederung" gegeben wird, einzufügen. Mit Ausnahme des Fehlens der grossen Nummuliten springt die Übereinstimmung mit den zentralen und östlichen Schweizeralpen in die Augen.

10. Gerihorn-Morgenberghorn südlich Thunersee
(obere helvetische Decken).

Gerihorn.

Das Gerihorn hat *H. Douvillé*[1]) kurz beschrieben und ein tektonisches Profil davon gegeben.

H. Douvillé betont (l. c. pag. 203) die vollkommene Übereinstimmung des Eocaen des Gerihorns mit dem der Ralligstöcke und des Niederhorns. Man sollte nun aber noch die immerhin beträchtlichen Faciesdifferenzen (Vorhandensein von grossen Nummulinen und Assilinen, andere Mächtigkeiten?) der allerdings gleich alten Schichten genauer untersuchen. *Douvillé* unterscheidet von unten:

1. „Grès quartzeux grossier à **Pecten** et à grandes Nummulites **(N. complanatus** des géologues suisses)."
2. „Couches gréseuses fines micacées avec Assilina et **N. Lucasi"** (**N. uroniensis** meg. nov.?), „présentant par places de nombreuses Serpules droites" (wie an der Mähre).
3. „Couches analogues avec petits grains de glauconie, petites **Nummulites** et **Lithothamnium."**
4. „Calcaire avec grains de quartz, petites **Nummulites** et **Orbitoides"**.
5. „Calcaire à **Lithothamnium,** avec petites **Nummulites** et **Orbitoides,** passant à une véritable lumachelle **d'Orthophragmina sella.**

Über diesen Pilatusschichten folgen wie fast überall weiche Mergelschiefer mit Globigerinen, welche *H. Douvillé* nach *Kaufmann* als „Leimernschiefer"[2]) bezeichnet.

[1]) *H. Douvillé:* Les Ralligstöcke et le Gerihorn. B. S. G. F. 1903, p. 202—204, pl. IV.

[2]) Wie unter „Flysch" gezeigt werden wird, muss in Übereinstimmung mit *A. Buxtorf* diese Bezeichnung *Kaufmann's* abgeschafft werden.

H. Douvillé findet auch „Auf dem Grat" ein „affleurement de houille", doch ist die genaue stratigraphische Lage derselben nicht mitgeteilt.[1])

Morgenberghorn.

Die Gebirge südlich des Thunersees sind neuerdings durch *Gerber*[2]), *Helgers* und *Trösch*[3]) bearbeitet und kartiert worden, und *Baltzer* hat eine zusammenfassende Erläuterung zur Karte geschrieben.[4]) Das Eogen wird für die „mittleren Kalkalpen" in diesen Arbeiten eingeteilt in Pariserstufe, Barton, tertiäre Schiefer und Kalke, Flysch (Unteroligocaen), ohne dass eine Begründung dieser Einteilung versucht würde.

Nach meiner Ansicht ist südlich wie nördlich des Thunersees der Flysch eocaen, nicht oligocaen und das „zweifellose Barton" (Trösch l. c. p. 113) gehört zum Lutétien. Die folgende Nebeneinanderstellung zeigt die Verschiedenheit meiner Auffassung.

Nach *Mayer-Eymar, Gerber, Helgers, Trösch, Baltzer*		Nach meiner Auffassung		
Oligocaen	Flyschschiefer und Sandstein . . Leimern-[5],) Globigerinen- und Stadschiefer (Unteroligocaen) . .	Wildflysch Stadschiefer	unterer Flysch (Kaufm.)	ob. Mittel-Eocaen (Auversien), ob. Lutétien
„Bartonstufe"		Pilatusschichten . . .		mittleres Lutétien
„Pariserstufe"				

[1]) Die Facieskarte (pl. IV), die *H. Douvillé* von der betreffenden Gegend entwirft, stellt eine derartige tektonische und facielle Konfusion dar, dass sie ohne Diskussion übergangen werden muss.

[2]) *E. Gerber:* Beiträge zur Geologie der östlichen Kientaleralpen. Neue Denkschr. d. allg. schweiz. Ges. für die ges. Naturw. Band 40, Abh. 2, 1905.

[3]) *A. Trösch:* Beitr. zur Geol. der westlichen Kientaleralpen. Eclogae geol. helv. Vol. X 1908, p. 63—150 ferner

[4]) *A. Baltzer:* Erläuterungen zur geol. K. etc. von *Gerber, Helgers* und *Trösch.* Bern, *A. Francke* 1907.

[5]) Hiermit sind die sog. „Leimernschiefer" der genannten Autoren, nicht diejenigen von der Lokalität Leimern selbst gemeint, die von *C. Schmidt* und *A. Buxtorf* (Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1908, p. 192—197) als obere Kreide der Klippenfacies betrachtet werden.

Obere helvetische Decken der zentralen Schweizeralpen.[1]

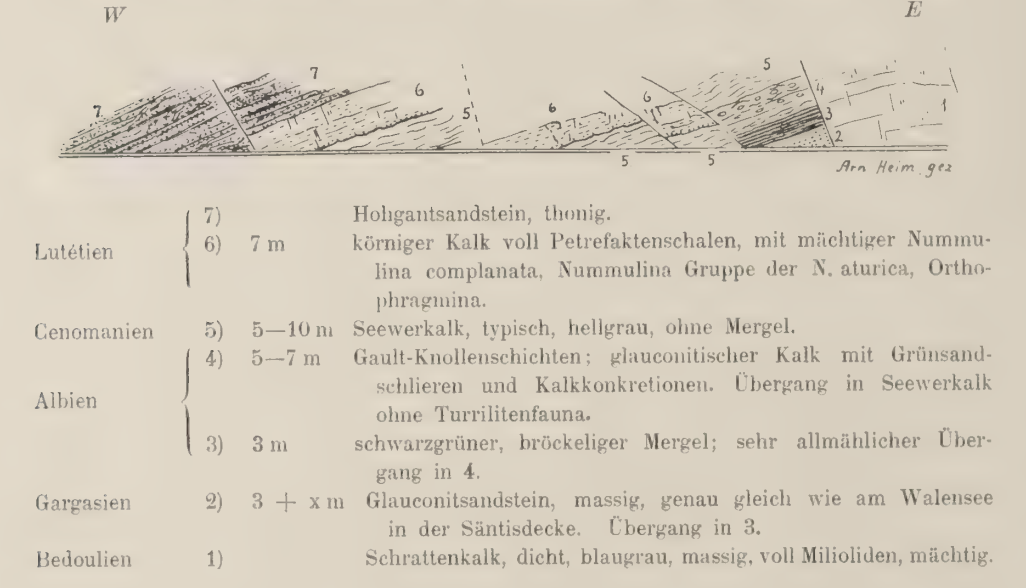
11. Waldegg-Beatenberg, Nordseite des Thunersees.

Waldegg.

Das Profil bei Küblibad und an der Waldegg westlich Interlaken ist schon mehrmals beschrieben worden, zuletzt durch *H. Douvillé.*[2]) Eine Abbildung der interessanten, durch blosse Beschreibung unverständlichen Stelle beim Gelbbach ist noch nicht gegeben worden.



Fig. 3. **Der zerstückelte Kreide-Eocaen-Kontakt beim Gelbbach an der Strasse zwischen Küblibad und Sundlauenen westlich Interlaken** (Waldegg).



Lutétien	7)		Hohgantsandstein, thonig.
	6)	7 m	körniger Kalk voll Petrefaktenschalen, mit mächtiger Nummulina complanata, Nummulina Gruppe der N. aturica, Orthophragmina.
Genomanien	5)	5—10 m	Seewerkalk, typisch, hellgrau, ohne Mergel.
Albien	4)	5—7 m	Gault-Knollenschichten; glauconitischer Kalk mit Grünsandschlieren und Kalkkonkretionen. Übergang in Seewerkalk ohne Turrilitenfauna.
	3)	3 m	schwarzgrüner, bröckeliger Mergel; sehr allmählicher Übergang in 4.
Gargasien	2)	3 + x m	Glauconitsandstein, massig, genau gleich wie am Walensee in der Säntisdecke. Übergang in 3.
Bedoulien	1)		Schrattenkalk, dicht, blaugrau, massig, voll Milioliden, mächtig.

Der Seewerkalk ist beim Gelbbach sehr wenig mächtig, kompakt, ohne Mergel; jede Spur der Mergelkreide des Oberturon und Senon fehlt. *H. Douvillé*

[1]) In den zentralen Schweizeralpen kommen keine unteren helvetischen Decken vor und die mittleren helvetischen Decken (Axendecke) sind auf Rudimente reduziert und bloss auf der Westseite des Urnersees von Bedeutung. Von diesen Resten ist aber das Eocaen stratigraphisch so gut wie unbekannt. Ich habe daher schon im Titel angedeutet, dass nur die oberen, ausserordentlich bedeutsamen helvetischen Decken der zentralen Schweizeralpen in bezug auf die Eocaen-Stratigraphie besprochen werden sollen. (Vergl. *A. Buxtorf:* Zur Tektonik der zentralschweiz. Kalkalpen; Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. 1908).

[2]) *H. Douvillé:* Les Ralligstöcke et le Gerihorn. B. S. G. F. 1903 p. 193—197.

(l. c. p. 194—195) sagt mit Unrecht: „Il est donc probable que les calcaires à Lagena représentent toute la craie supérieure depuis le Cénomanien jusq'au Campanien".

Über dem kompakten Seewerkalk (5) folgen unmittelbar die Complanataschichten: etwa 7 m mächtiger rauher, körniger Kalk, erfüllt mit **Orthophragminen** und riesigen Exemplaren von **Nummulina complanata var. Dufrenoyi.** Daneben hat *H. Douvillé* **Nummulina spissus** Defr. (= **perforata** = **crassa** auct.) bestimmt. Er schreibt dieses Niveau wohl mit Recht dem Lutétien moyen"[1]) zu.

Der Kontakt von Seewerkalk (5) und Complanatakalk (6) ist vollkommen aufgeschlossen und sehr merkwürdig. Die untersten 10 cm Eocaen sind grob quarzsandig und enthalten da und dort Seewerkalk in kleinen Brocken, aber auch in Flasern, die wie primär sedimentiert aussehen, obwohl zwischen Cenoman und mittlerem Lutétien die ganze Schichtfolge fehlt. Es scheint mir nicht ein eigentliches Konglomerat zu sein, wie *Douvillé* glaubt, sondern ein durch Auslaugung bedingtes Pseudo-Konglomerat.

Der Complanatakalk geht nach oben allmählich über in den mergeligen Hohgantsandstein (7). Es ist hier ein dunkler, knorrig-thoniger, feinkörniger Quarzsandstein, mit dunkelgrünen Glauconitkörnern und Glimmerschüppchen. Er ist sehr mächtig (200 m?) und wird überlagert von grauen bis gelblichen Flyschmergelschiefern, den globigerinenhaltigen Stadschiefern, die ihrerseits in Flysch mit Sandstein und Wildflysch mit exotischen Blöcken (Habkern) überführen.

St. Beatenberg.

In der tektonisch und faciell nächst nördlicheren Zone ist der Complanatakalk (6 in Fig. 3) nicht mehr vorhanden. Es gelang mir, im Gestrüpp über den Schrattenkalkwänden der Beatushöhle den scharfen Kontakt von oberem Schrattenkalk (mit Orbitulina lenticularis) und Hohgantsandstein an einer Stelle messerscharf aufgeschlossen zu finden. Der Kontakt ist auffallend glatt und konkordant. Die Basis der Hohgantschichten wird von einem inwendig weisslichen, kompakten Quarzsandstein mit massenhaft Orthophragminen (Discocyclinen) gebildet, worunter 4 bis 5 cm grosse sehr schmale, granulierte und glatte

Orthophragmina discus Rütim.

häufig sind. Häufig sind auch kleine megasphaerische, dick aufgeblasene Discocyclinen, ähnlich denen vom Schlossberg, die an **Orthophragmina Chudeaui** Schlumb.

[1]) *H. Douvillé:* Evolution des Nummulites. B. S. G. F. 1906. p. 30.

erinnern. Weniger häufig sind kleine megasphaerische Nummulinen, die vermutlich der

Nummulina Boucheri de la H. [1])

zuzurechnen sind.

Im allgemeinen ist der Hohgantsandstein des Beatenberges viel kompakter als derjenige von Waldegg, meist ein feinkörniger, massiger, zäher, splitterig brechender und klingender Quarzsandstein von grosser Mächtigkeit, (200 m?). Er wird nach Norden gegen den Sigriswilergrat grobkörniger.

Über die Stratigraphie des Niederhorngebietes vergl. *Kaufmann* „Beiträge“ 1886 p. 295—324.

12. Sigriswylergrat-Mähre.

Während in dem südlicheren Faciesgebiet der Harder-Morgenberghorn-Decke und der Waldegg die Pilatusschichten noch rein marin entwickelt sind, begegnen wir in der Hohgant-Niederhornkette und am Sigriswylergrat Einlagerungen von Brackwasser- und Süsswasserschichten im litoralen, neritischen Hohgantsandstein. Die Complanatakalke sind verschwunden. Ob sie durch unteren Hohgantsandstein vertreten sind, wie *Kaufmann* 1886 angibt, oder ob die ganze Hohgantsandsteinmasse jünger ist als die Complanataschichten, muss noch durch genauere und zahlreiche Spezialprofile zwischen Pilatusgebiet und Thunersee festgestellt werden. Ein dritter Unterschied gegenüber der Waldegg und der Morgenberghorndecke ist das direkte Aufliegen von Hohgantsandstein der Pilatusschichten auf Schrattenkalk. Bei St. Beatenberg ist es noch der obere Schrattenkalk und die Orbitulinaschichten, am Sigriswylergrat schon der untere Schrattenkalk — also genau so wie am Pilatus. Allein während am Pilatus die unteren Pilatusschichten gegen Süden auskeilen (vergl. Fig. 5), ist am Thunersee eher an das Gegenteil zu denken.

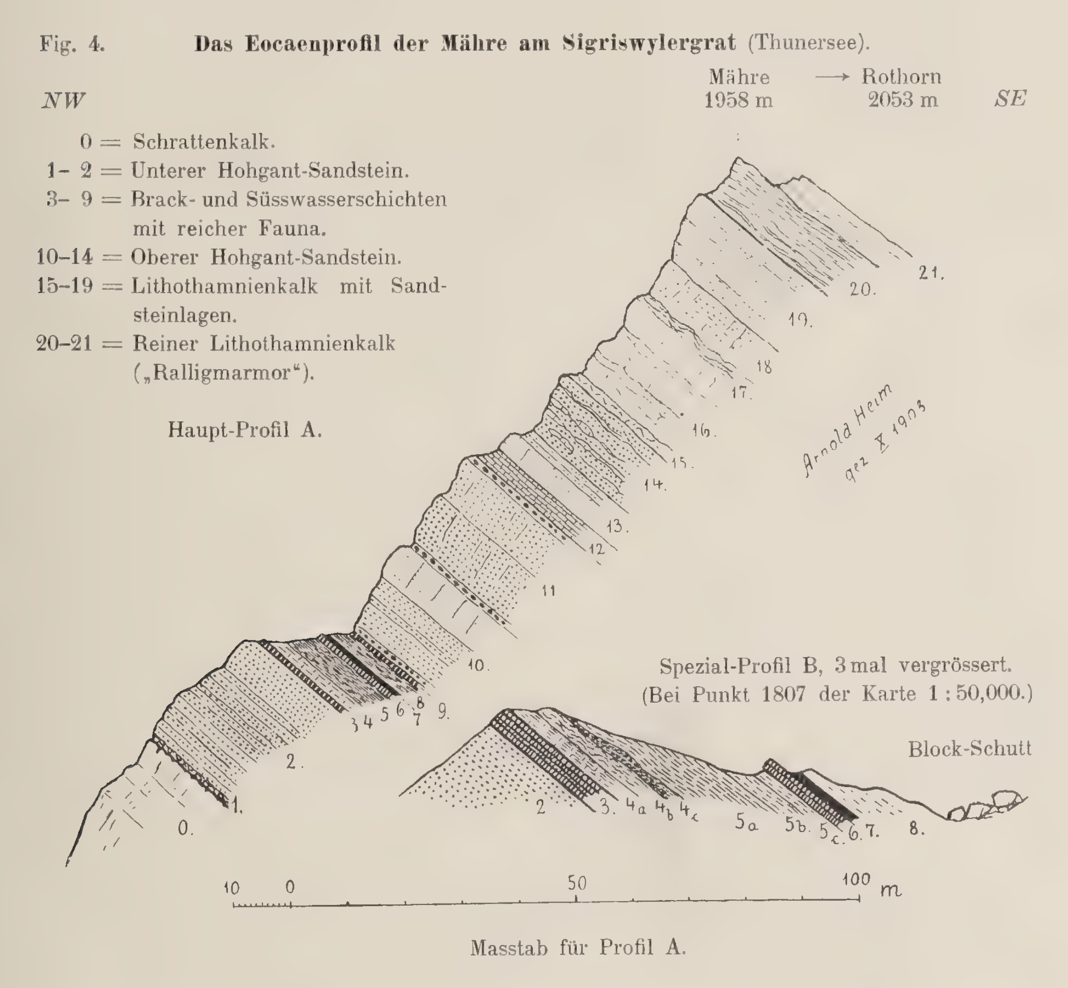
Obwohl der Sigriswylergrat schon vielfach beschrieben worden ist *(Studer, Farre, Bachmann, Rütimeyer, Tschan, Kaufmann, Baltzer, H. Douvillé)* [2]) habe

[1]) *H. Douvillé*, der die Foraminiferen meisterhaft kennt, scheint alle diese kleinen Nummulinen im Hohgantsandstein von Beatenberg-Niederhorn als N. striata aufzufassen. Das gleiche sagt *Oppenheim* von *H. Douvillé's* Bestimmung der N. striata aus den Priabona-Schichten des Vicentino, die nach *Oppenheim* sonst von allen Autoritäten als N. vasca-Boucheri galten. (*Oppenheim*, Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1906 p. 159). Wahrscheinlich sind im Hohgantsandstein des Beatenberges beide Arten, N. striata und N. Boucheri nebeneinander vorhanden.

[2]) *Rütimeyer:* Über das schweiz. Nummulitenterrain, Denkschr. der schweiz. nat. Ges. Bern 1850. — *F. J. Kaufmann:* Beiträge zur geol. K. d. Schweiz, Lfg. 24, 1886. — *H. Douvillé:* Les Ralligstöcke etc. B. S. G. F. 1903, p. 199—201.

ich nach der vorhandenen Literatur kein scharfes Bild gewinnen können. Solange nur von den „couches à . . .“ gesprochen wird, fehlt der Ausgangspunkt zur Integration. Ich bin daher genötigt, das folgende neue Profil wiederzugeben (Fig. 4). Es ist aufgenommen am Westabsturz der Mähre 1958 m, und in bezug auf die

Fig. 4. **Das Eocaenprofil der Mähre am Sigriswylergrat** (Thunersee).



Masstab für Profil A.

tieferen Schichten ergänzt nach den Aufschlüssen nördlich der Spitzen Fluh und besonders bei der Hauptfundstelle der brackischen Schichten Punkt 1846 und 1807 von Siegfriedblatt 391 in 1:50 000.

Spezialprofil (Fig. 4).

0) ca. 60 m Unterer Schrattenkalk (Barrêmien), rein, zoogen, hellgrau, massig, im oberen Teil mit einzelnen Kieselknollen. — Scharfe, karrig rauhe Grenze gegen

1) 0,1—0,3 m Pseudo-Konglomerat[1]). Quarzsandstein mit eckigen und karrig angefressenen Schrattenkalkstücken von Haselnussgrösse bis 2 dm Durchmesser, marin. — Übergang in

2) ca. 25 m Quarzsandstein (Hohgantsandstein), bankig, inwendig weissgrau (wie am Pilatus 3 in Fig. 5), fast ausschliesslich aus Quarzsand, von feinem Korn, aber auch mit Körnern bis 2 mm Durchmesser, z. T. quarzitisch, fest, mit spärlichen Muscovitschüppchen und einzeln zerstreuten schwarzgrünen, unregelmässigen Glauconitkörnchen. In den unteren 1,5 m mit einzelnen Schrattenkalkgeröllen. Anwitterung schwarzfleckig und mit Lecidea geographica bewachsen, marin. — Scharfe Grenze gegen

3) 1,5 m „Stinkkalk"; gelblichbraun angewittert, bankig, inwendig schwarzbraun, vollkommen dicht, mit muscheligem Bruch, stark bituminös, mit einzeln zerstreuten glasigen Quarzkörnern; mit kleinen Molluskenschalen und fraglichen kleinen Orthophragminen; Oberfläche voll Gastropoden, zum Teil mit weisser, brüchiger Schale, brackisch? — Scharfe Grenze (ohne Transgression) gegen

4a) 0,8 m grauer, bröckeliger Mergel, stinkend, mit Gastropoden. — Übergang allmählich in

4b) 0,5—1 m Mergelbank, etwas kalkiger, inwendig dicht, braungrau, gelblich bis bläulich angewittert. Schon wiederholt ausgebeutete Haupt-Petrefaktenbank[2]), enthält[3]):

Melania (Melanoides) alpina May.-Eym., sehr häufig.

Planorbis pseudammonius Schl. (Helix), nicht selten.

Cyrena Vapincana d'Orb (Cyclas), sehr häufig, meist mit weisser Schale. Brackisch mit stark fluviatilem Einfluss. — Übergang in

4c) 0,3—0,5 m kohlig-bituminöse dunkle Mergel; steril; lacuster oder brackisch. — Übergang in

5a) 2,5 m grüne und braune, bröckelige Mergel, braun angewittert, mit rostigen Bändern von verwittertem FeS_2, steril.; lacuster oder brackisch. — Übergang in

[1]) Diese Grenze ist besonders schön zu studieren unmittelbar nördlich neben dem Weg von der Wylerallmend zur Spitzen Fluh, wo sie von den Geologen meist übersehen wird.

[2]) Diese Bank ist bei Punkt 1807 der Karte 1 : 50 000 gegen den Sandstein 2 durch einen unbedeutenden Bruch abgeschnitten, der in der Fig. 4 B. absichtlich nicht gezeichnet ist.

[3]) Herr Dr. *L. Rollier* hatte die Freundlichkeit, die von mir gesammelten Petrefakten zu revidieren.

5b) 1 m blaugraue, bröckelige Mergel, rostig gebändert, mit kleinen Gastropoden (**Melania?**); lacuster oder brackisch?

5c) 0,4 m braune und grüne Mergel. — Scharfe Grenze gegen

6) 0,5—0,8 m Stinkkalk, genau wie 3, voll von Gastropoden, namentlich kleinen, aber schön erhaltenen **Cerithien**[1]) und **Neritina** sp., auch kleinen Muscheln mit weisser, brüchiger Schale; feine Klüfte mit pechschwarz glänzender Kohle imprägniert, brackisch oder marin. — Scharfe Grenze gegen

7) 0,5 m **Kohle,** schwarz und braun, mergelig, bröckelig; lacuster?

8) 0,5 + ? 2,5 m Lehm, zäh, plastisch, grünlich; lacuster oder brackisch?

9) 0,5 m? Stinkkalk[2]), wie 3 und 6, mit Mollusken. — Kontakt nicht aufgeschlossen gegen

10) ca. 17 m Quarzsandstein, beginnend mit einer 1 m dicken pseudo-porphyrischen Bank mit runden Milchquarzgeröllchen bis 8 mm; darüber fein und mittelkörnig, massig, inwendig weisslich oder rostig-porös; schwarzfleckig angewittert, mit Lecidea bewachsen; ganz gleiche Facies wie 2; marin. — Übergang in

11) ca. 19 m Quarzsandstein wie 10, wieder mit einer 1 m Bank mit Milchquarzgeröllen bis 1 cm beginnend und ebenso aufhörend. Zuoberst auch einzelne Lithothamnien- und Schalenbruchstücke; marin. — Übergang in

12) 3,8 m plattiger, sehr feinkörniger kalkiger Sandstein (begrastes Band), mit häufigen, sehr kleinen Nummulinen, worunter eine mit äusserst zarter Spirallamelle, vermutlich

Nummulina Boucheri var. **tenuispira** de la Harpe.

N. Boucheri var. **incrassata** de la H., vereinzelt.

Milioliden.

Serpula cf. Pilatana May.,

massenhaft, von denen des Barrémien am Pilatus kaum zu unterscheiden; marin. — Übergang in

13) 6 m feinkörniger, massiger Quarzsandstein, weisslich, mit Lecidea bewachsen; oberer Teil etwas kalkig und mit kleinen Nummulinen, Orthophragminen und den Serpeln wie in 12); marin.

14) 11 m grober Quarzsandstein mit kalkigen Lagen und Knauern, worin z. T. massenhaft Orthophragminen; marin. — Übergang in

---

[1]) Nicht Cerithium Diaboli. Die Schichten der Diablerets liegen vermutlich auch in einem etwas tieferen Niveau.

[2]) Diese Schicht sieht man schlecht aufgeschlossen am Nordwestabhang der Mähre.

15) 1,5 m feinsandige Lithothamnienbreccie mit massenhaft sehr kleinen Nummulinen, worunter häufig
Nummulina Murchisoni-Heeri var. minor; marin. — Übergang in

16) 11 m Lithothamnienkalk, hell bräunlich grau, dicht, mit grossen Lithothamnienknollen, zerstreute glasige Quarzkörner und Sandsteinlagen einschliessend, deutlich geschichtet; auf polierten Flächen sind zerstreut kleine Orthophragminen erkennbar, sowie
Nummulina Boucheri de la Harpe,
ziemlich häufig, mit ausgesprochenem weissem Zentralpfeiler. — Übergang in

17) 7 m Lithothamnien-Riffkalk, („Ralligmarmor"), rein, hellgrau massig, an der oberen Grenze aber knorrig schichtig; marin. — Übergang in

18) 7 m massiger Lithothamnienkalk, stark quarzsandig, mit kleinen schwarzen Orthophragminen; marin. — Übergang in

19) 12 m Quarzsandstein (Hohgantsandstein), feinkörnig, kalkhaltig, mit einzelnen Orthophragminen und kleinen Nummulinen; marin. — Scharfe Grenze gegen

20) 9 m dünnbankiger Lithothamnienkalk, in knorrigen Bänken von 0,5 bis 2 dm mit schieferigen Zwischenlagen; weissgrau, dicht, fast ausschliesslich aus Lithothamnien bestehend, mit massenhaft Orthophragminen, weniger kleinen Nummulinen; bildet den Gipfel 1958 m der Mähre.
Orthophragmina Pratti Mich.?
Nummulina Boucheri de la Harpe, marin. — Übergang in

21) Lithothamnienkalk, weissgrau, regelmässig geschichtet, bis zum Gipfel des Rothorn 2053 m hinauf wohl noch über 100 m. — Anormaler Kontakt durch Bruch gegen

22) 50 + x m Mergelschiefer = Stadschiefer[1]); die bekannten, durch *Kaufmann*[2]) trefflich beschriebenen Mergel und Mergelschiefer vom Unter-Bergli.

Zusammenfassung.

Von diesem, vielleicht zu detaillierten Profil sind die meisten Mächtigkeiten mit dem Masstab an den Felswänden direkt gemessen. Der Übersicht halber fassen wir in Gruppen zusammen:

[1]) In Übereinstimmung mit *Kaufmann* und *Douvillé* rechne ich diese Schiefer zum Stadschiefer.
[2]) Beiträge Lfg. 24, 1886, p. 249.

			Schichten	Mächtigkeit
Flysch	VI	Schiefer vom Unter-Bergli, Stadschiefer	22	50 + x m
Pilatusschichten 200—250 m	V	„Ralligmarmor", Hauptkomplex des Lithothamnienkalkes, mit **Nummulina Boucheri, striata, Actinocyclina patellaris-radians, Discocyclina** etc.	20—21	100 m ?
	IV	Lithothamnienkalk mit Sandsteinlagen, mit **Serpula, Nummulina Murchisoni-Heeri, N. striata, N. Boucheri**	15—19	38 m
	III	Oberer Hohgantsandstein	10—14	ca. 57 m
	II	Brack- (und Süsswasser-)schichten mit Kohle; mit **Cerithien, Melanania, Neritina, Limnaea, Planorbis**	3—9	11 m
	I	Unterer Hohgantsandstein	1—2	ca. 25 m

Schichthöhe des „Ralligmarmor".

Kaufmann und *H. Douvillé* haben den „Ralligmarmor" zum Flysch gerechnet. Ich finde es natürlicher, ihn als Facies des oberen Teiles der Pilatusschichten aufzufassen und zwar aus folgenden Gründen:

1. Es ist unmöglich, eine Grenze zwischen Hohgantsandstein und Lithothamnienkalk zu fixieren, da beide mit einander wechsellagern (Fig 4).
2. Man würde dem Hohgantsandstein, der noch am Niederhorn ausserordentlich mächtig entwickelt ist, eine zu geringe Mächtigkeit zuschreiben (93 m), wollte man die Lithothamniengruppe den Pilatusschichten entreissen. Der „Ralligmarmor" ist eine neritische, phytogene Facies der Hohgantschichten, der allerdings weder nach unten noch nach oben ein scharf abzugrenzendes Niveau zukommt.

Brackwasserschichten.

Von besonderem Interesse, und schon seit mehr als 60 Jahren bekannt, sind die vorherrschend brackischen Schichten 3—9 mit der reichen Fauna der Berglikehle. Sie sind eingelagert zwischen marinem Hohgantsandstein. Infolge ihrer leichten Verwitterbarkeit entstand zwischen dem widerstandsfähigeren Hohgantsandstein jene merkwürdige Isoclinalkerbe, die berühmte Berglikehle. Schon aus der Ferne ist dadurch die Gliederung der Pilatusschichten gekennzeichnet.

In der Fossilliste von *Mayer-Eymar*[1]), die gekürzt in *H. Douvillé's* Arbeit [2]) wiedergegeben wird, ist eine auffällige Mischung von marinen, brackischen und

[1]) In Kaufmann, Beiträge zur geol. K. d. Schw. Lfg. 24, 1886, p. 253.
[2]) B. S. G. F. 1903, p. 200.

Süsswassermollusken zusammengestellt. Eine scharfe Trennung der verschiedenen Schichten lehrt, dass diese Mollusken nicht alle in der gleichen Schicht beisammen liegen. Die **Cerithien** liegen in anderen Bänken (Stinkkalk) eingebettet, als die **Planorben**.

Auffällig ist, dass sich die brackischen bis marinen Stinkkalke dreimal in gleicher Facies wiederholen (3, 6, 9 in Fig. 4.)

Foraminiferenfauna der Hohgantschichten nördlich des Thunersees.

Mit Ausnahme des Gipfels ist das Profil der Mähre relativ arm an Grossforaminiferen; dagegen sind diese überaus individuenreich und ziemlich artenreich in den losen Blöcken längs der ganzen Berglikehle und schon unten auf dem Weg von Wylerallmend nach der spitzen Fluh zu finden. Sie stammen alle aus den Lithothamnienschichten und zwar besonders aus den mergelig-schieferigen Lagen. (Gruppe IV und besonders V). Mit Benützung der Arbeiten von *Rütimeyer* und *Kaufmann*[3]) kann folgende Liste vom Sigriswylergrat aufgestellt werden[4]):

Nummulina Murchisoni Br.-Heeri de la H. var. **minor** de la H.**[5])
— **Boucheri** de la Harpe,** und zwar:
var. **incrassata** de la H.**, var. **tenuispira**** d. l. H.(?).
var. **striatoides**** nov., var. **crassiradiata**** nov.
— **striata** Brug.**

Heterostegina reticulata Rütim.

Orthophragmina (Discocyclina) discus Rütim.* var. **granulatotenuis** n.,
sehr schmale Form von grossem Durchmesser, z. T. stark granuliert, massenhaft.
— **sella** d'Arch., nicht selten.
— **Pratti** Mich.? **
(= **Orbitoides papyracea** nach Kaufmann?)
— **(Actinocyclina) patellaris** (Schloth.), Rütim.*
— — **furcata** Rütim.
— — **variecostata** Gümb.
— — **radians** d'Arch.

[3]) Die Foraminiferen-Bestimmungen von *Mayer-Eymar* werden hier absichtlich nicht berücksichtigt, weil sie unzuverlässig sind. — *H. Douvillé* zitiert keine anderen Species als solche, die bereits von *Kaufmann* erwähnt sind.

[4]) Die von mir neu bestimmten Arten sind mit **, die bloss bestätigten mit * bezeichnet.

[5]) Diese Art wird von *Rütimeyer* bereits aus den Hohgantschichten von Gemmenalp (Niederhorngruppe) erwähnt; vergl. auch *Kaufmann*, „Beiträge“ 1886, p. 302.

Orthophragmina (Asterocyclina) stellata d'Arch. sp.
O. (Rhipidocyclina) varians, Kaufm.
Operculina ammonea Leym.
Miliolina sp. ind. **

Wir fügen noch die von *Kaufmann* bestimmten Arten aus dem Hohgantsandstein der Niederhorn-Hohgantkette hinzu, die also nicht aus Lithothamnienkalk, aber in bezug auf die Schichthöhe den Gruppen III bis V (über der Kohle) entstammen. [1])

Nummulina complanata Sam.
N. helvetica Kaufm.
N. perforata d'Orb. (**N. Lucasi** nach H. Douvillé.)
N. Biaritzensis d'Arch. = **N. atacica** Leym.
N. contorta Desh. +
N. striata Brug. (d'Orb.) +
Assilina exponens J. de C. Sow. + (noch zu verifizieren).

Alter der Hohgantschichten.

Es ist recht sonderbar, dass *Mayer-Eymar* aus seinen unheimlich langen Petrefaktenlisten ein „Bartonian (I und II) der Hohgantkette" bestimmt, obwohl aus diesen Listen selbst herauszulesen ist, dass die Mehrzahl der Arten sonst für Lutétien (Parisien) bezeichnend sind. In diesem Sinne hatte sich lange vorher schon *Sandberger* ausgesprochen [2]). *H. Douvillé* [3]), der das Hauptgewicht auf die Foraminiferen legt, schreibt nach den in *Kaufmann's* Werk angegebenen Petrefakten und unter dem Einfluss von *Mayer-Eymar:* „C'est une faune qui paraît devoir être rapprochée du Bartonien (bien qu'elle ait également des affinités avec le Lutétien supérieur)." Sobald man aber weiter die von *Kaufmann* gegebenen Nummulitenbestimmungen hoch oben aus dem Flysch — sei es vom Flysch nördlich oder südlich der Hohgantkette — mit in Rechnung zieht, so wird das „Bartonien" von selbst abgeschnitten, indem jene Nummulitenlagen erst recht die für „Lutétien" bezeichnenden Nummuliten führen. Ich werde später in allgemeiner Form auf die Altersfrage zurückkommen.

[1]) Die mit + bezeichneten werden von *H. Douvillé* wieder aufgeführt.
[2]) *Sandberger:* Die Land- und Süsswasser-Conchylien der Vorwelt, 1870—1875, p. 274.
[3]) *H. Douvillé:* B. S. G. F. 1903, p. 198.

13. Pilatus.

Allgemeines.

Auch hier verdanken wir *Kaufmann* die Grundlagen der alpinen Stratigraphie. Sein Werk von 1867 ist ein Muster für die damalige Zeit und noch unübertroffen.

Kaufmann unterscheidet:

5. Flysch,

Pilatusschichten:
4. Oberer Quarzsandstein,
3. Pektinitenschiefer,
2. Complanataschichten,
1. Unterer Quarzsandstein.

Pektinitenschiefer und oberer Quarzsandstein scheinen eine Gesteinsgruppe zu bilden, indem sie sich gegenseitig vertreten. Gegen Westen werden nach *Kaufmann* die Pektinitenschiefer mehr und mehr durch Sandstein ersetzt und bilden mit dem oberen Quarzsandstein zusammen den Hohgantsandstein.

Der untere Quarzsandstein s. str. unterhalb des Klimsenhorns (3—4 in Fig. 5) entspricht einerseits dem Sandstein 6 in Fig. 2 pag. 19 vom Schlossberg, andererseits den unmittelbar über den Glauconitschichten der Assilina exponens folgenden Sandkalken (3 auf p. 16) des Kistenpasses. Der Pilatus nimmt faciell eine Mittelstellung zwischen Kistenpass und Schlossberg ein.

Da meine Beobachtungen das bereits 1867 von *Kaufmann* (Beiträge Lfg. 5 p. 65—66) vortrefflich beschriebene Profil des Klimsenhorns ergänzen und teilweise modifizieren, soll es nebst Abbildung nochmals in bezug auf das Eocaen kurz besprochen werden.

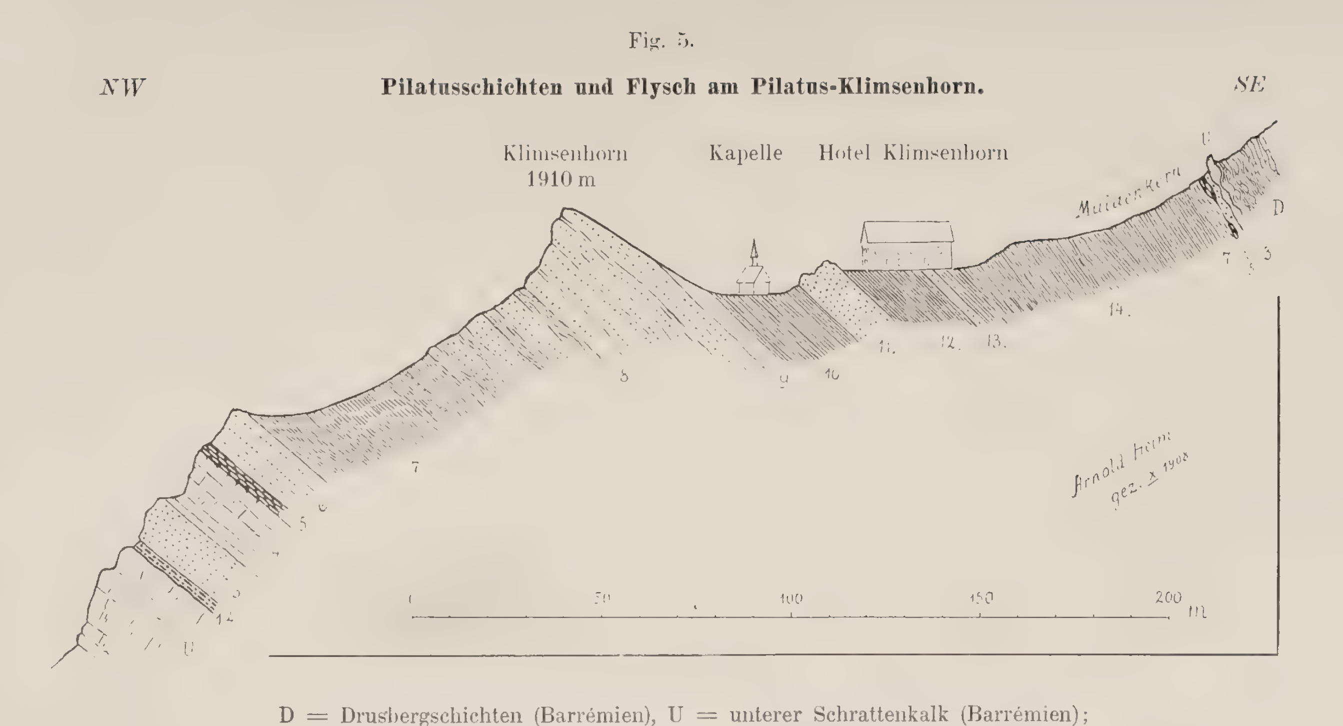
Spezialprofil des Klimsenhorns (Fig. 5).

Der prägnante Felsgrat nordwestlich unter dem Klimsenhorn ist da, wo zugänglich, nicht aufgeschlossen und wo aufgeschlossen, grösstenteils unzugänglich. Ich habe daher die Schichtreihe dem Weglein entlang aufgenommen, das südlich davon auf Alp Lauelen über die Felsen hinabführt. Nachher habe ich die Schichten in die auf Figur 5 dargestellte Gratlinie hineinprojiziert.

Wir finden über dem unteren Schrattenkalk die vollständig normale und normal mächtige Schichtfolge des Eocaens. Der Kontakt ist messerscharf, konkordant, im ganzen eben, im einzelnen etwas rauh. Es folgen von unten:

Fig. 5.

Pilatusschichten und Flysch am Pilatus-Klimsenhorn.



D = Drusbergschichten (Barrémien), U = unterer Schrattenkalk (Barrémien);
1—2 = Basis-Nummulitensandstein; 3—**4** = „unterer Quarzsandstein" s. str.; 5—6 = Complanata-schicht s. str. und Grenzsandstein; 7 = „Pektinitenschiefer"; 8-9 = „oberer Quarzsandstein"; 10—14 = Flysch.

Die Schichten des verkehrten und reduzierten Mittelschenkels des Tomlishorngewölbes (rechts) sind mit Zusatz von ', z. B. 7' bezeichnet.

1) 0,2 m bräunlich grauer, sehr feinkörniger Quarzsandstein ohne Nummuliten.

2) 3 m kalkiger Sandstein, braun und schwarz fleckig angewittert, darauf weisse Flechten; bankig, meist feinkörnig, auch mit gröber sandigen Lagen; reich an granulierten Nummulinen, besonders die an dunkelgrünem Glauconit reiche Lage 0,5—1 m über dem Schrattenkalk:

Nummulina uroniensis sp. nov. microsph., gross, wie bei Sisikon.
N. uroniensis sp. nov. var. **Pilatana,** microsph., ziemlich häufig.
N. uroniensis megasph., massenhaft, besonders var. **Pilatana.**
N. contorta Desh., selten.
N. striata Brug., nicht häufig.
N. Boucheri d. l. Harpe, scheint selten zu sein.
Spondylus sp. ind. — Übergang allmählich in

3) ca. 12 m reiner Quarzsandstein, massig, schwärzlich fleckig angewittert, inwendig weisslich, mit Milchquarz-Geröllchen bis 5 mm Durchmesser, steril. — Übergang in

4) ca. 16 m kalkiger Sandstein, bräunlichgrau angewittert. — Übergang in

5) ca. 3 m Complanataschicht; bräunlich angewitterter Sandkalk und Kalksandstein voll Orthophragminen und Nummulinen:

Nummulina complanata Lam. var. **Dufrenoyi,** häufig, relativ schmal und scharfkantig, z. B. 48 × 3; 50 × 2,5 mm.
N. helvetica Kaufm., massenhaft, z. T. sehr schmal und scharfrandig.
N. contorta Desh.[1])
N. striata d'Orb.
N. uroniensis sp. nov. micr., gross und dick (23 × 7 mm), häufig.
N. uroniensis sp. nov. meg., sehr häufig, z. T. sehr schmale Varietät (z. B. 6,5 × 1,5 mm).
Orthophragmina discus Rütim., häufig, z. T. schmal (25 × 1 mm). — Übergang allmählich in

6) 12—15 m Wechsel von Quarzsandstein und Kalk (mit Glauconit) in allen Übergängen; mit massenhaft Orthophragminen:

Orthophragmina Pratti Mich.?, schmale, glatte und nicht gepfeilerte Form massenhaft.
Nummulina sp. ind., klein.
Serpula (Rotularia) spirulaea Lam., sehr häufig. — Übergang unmerklich in

[1]) *Kaufmann* hat 1867 N. Biaritzensis und Ramondi bestimmt. Diese beiden sah ich nicht.

7) ca. 50 m feinkörnig sandiger Mergel und mergeliger Sandstein, wenig schieferig, mit feinsten Glauconitkörnchen und Glimmerschüppchen; entspricht dem Pektinitenschiefer Kaufm. — Übergang in

8) ca. 60 m (?) Quarzsandstein, bräunlich angewittert, rauh, wellig-plattig, teilweise kalkig, Quarzkörner bis 6 mm, Glauconitkörnchen spärlich.

Die ziemlich häufigen, sehr kleinen megasphärischen Nummulinen bestimmte *Kaufmann* 1867 als

Nummulina variolaria Sow.
N. striata d'Orb.

9) 5 m feinkörniger, grauer massiger Quarzsandstein, steril., mit Lecidea bewachsen; vorstehende Bank südlich Klimsenhorn (zwischen Kapelle und Klimsenhorn-Gipfel nicht zu sehen).

10) ca. 18 m Mergel und Mergelschiefer, feinsandig, mit feinsten Glimmerschüppchen und Glauconitkörnchen, braungrau angewittert. *Kaufmann* erwähnt **Nummulina variolaria** Sow. — Scharfe Grenze ohne Übergang gegen

11) ca. 10 m Quarzsandstein, massig, mittel- bis grobkörnig, inwendig weissgrau bis blaugrau, mit glitzernden farblosen Quarzkörnchen, sowie spärlichen Glauconitkörnchen; grau und rostig angewittert, mit Lecidea bewachsen; bildet ein vorragendes Felsenriff beim Hotel Klimsenhorn. — Scharfe Grenze gegen

12) ca. 15 m Mergelschiefer mit feinen Muscovitschüppchen.

13) 2 m Quarzsandstein-Bank, quarzitisch, wie 11, — nach oben und unten scharf begrenzt. (*Kaufmann* schätzt 15 Fuss.)

14) ca. 60 m Mergelschiefer, ähnlich 12 und 10, jedoch knorrig schieferig mit kalkigen Flasern, fein glimmersandig; = Muldenkern.

Es folgt die verkehrte Schichtfolge, die hier nicht weiter zu besprechen ist.

Profil von Kaufmann, 1867.

Vergleichen wir zunächst diese Angaben mit der Beschreibung, die *Kaufmann* (l. c. p. 65—66) gegeben hat. Vieles vortreffliche steht dort, was hier nicht wiederholt ist. In folgenden Punkten weichen meine Beobachtungen ab:

1. *Kaufmann* unterscheidet vom Klimsenhorn bis zum Schrattenkalk nur
   A. „Quarzsandstein des Klimsenhorns“ etc. ca. 260 m [1]),
   B. „Sandiger Nummulitenkalk“ ca. 50 Fuss.

[1]) Druckfehler? Sollte wohl heissen 260 Fuss.

Dem gegenüber glaube ich am Klimsenhorn die Einzelschichten des oben gegebenen Spezialprofiles folgendermassen zusammenfassen zu können:

Hauptgruppen des Klimsenhornprofiles.

				Mächtigkeit
		V	Flysch (Schichten 10—14 des obigen Profiles) . . ca.	100 m
Pilatusschichten Kaufm.	obere Pilatusschichten	IVb	„Oberer Quarzsandstein“ (Schichten 8—9) . . . . „	60—70 „
		IVa	„Pektinitenschiefer“, fossilarm (Schichten 7) . . . . „	50 „
	untere Pilatusschichten od. Bürgenschichten	III	Grenzsandstein und Complanataschicht s. str. (Schichten 5—6) . . . . „	18 „
		II	Unterer Quarzsandstein s. str. (Schichten 3—4) . . . „	28 „
		I	Basis-Nummulitensandstein [1]) (Schichten 1—2) . . . „	3 „

Der untere Quarzsandstein keilt nicht unterhalb Kastelen aus, wie *Kaufmann* in Wort und Bild angibt, sondern zieht sich weiter gegen Nordosten. [2]) Sowohl *Kaufmann* wie *Buxtorf* [3]) betrachten den Gipfel des Klimsenhorns als „oberen Quarzsandstein“ und schliessen damit nach oben die Pilatusschichten ab.

Faciesvergleich.

Vergleichen wir jetzt das Pilatus-Profil mit denjenigen von Sisikon, Bürgenstock, Kistenpass und Schlossberg.

Die Basisschichten I, zum Teil noch grünsandig und voll Nummulina uroniensis, entsprechen unverkennbar genau den Glauconitschichten mit Assilina exponens von Sisikon, Seewen, Bürgenstock, Kistenpass, Walenseegebiet etc. Allein die Assilinen sind verschwunden. Dem gleichen Niveau entsprechen die Basisschichten am Schlossberg (4 oder 5 in Fig. 2. p. 19).

Der untere Quarzsandstein II entspricht genau den sandigen Schichten über dem Haupt-Assilinenlager am Kistenpass, und die Complanatabank ist an beiden Orten so gut wie identisch. Das gleiche gilt für Sisikon und Bürgenstock. Sodann entspricht der Sandstein 6 des Pilatus (Fig. 5 p. 41) dem „Grenzsandstein“ des Kistenpasses. Andererseits aber geht aus dem Vergleich mit dem Schlossberg hervor, dass die dortigen Sandsteine (6 und 7 in Fig 2 p. 19) dem unteren Quarzsandstein II des Pilatus entsprechen, und die Kalke mit kleinen Nummuliten 8 in Fig. 2 mit dem Complanata-Niveau III des Pilatus zusammenfallen. Der Sand-

[1]) Diese wichtige Schichtgruppe mit grossen Nummulinen hat *Kaufmann* merkwürdigerweise ganz übersehen.

[2]) In gleichem Sinne lautet eine briefliche Mitteilung von Herrn Dr. *A. Buxtorf*, die ich bestens verdanke.

[3]) *A. Buxtorf:* Exkursionen d. schweiz. geol. Ges. Eclogae geol. helv. 1905, Vol. IX, p. 30.

stein 9 des Schlossberges in Fig. 2 würde dann dem Grenzsandstein des Kistenpasses (7 auf p. 16) und dem Sandstein 6 des Klimsenhorns in Fig. 5 entsprechen.

Die Mächtigkeiten aller hier verglichenen Lokalitäten stimmen auffallend überein und betragen bis zum Abschluss der „Complanataschichten“ *Kaufmann's* 30—50 m.

So genau aber diese Horizonte in Parallele stehen, so schwierig gestaltet sich die Lösung des Parallelismus der oberen Pilatusschichten, deren Facies sehr vergänglich ist. Ich werde in den Abschnitten „Flyschgruppe“ und „Gliederung“ auf diese Fragen zurückkommen.

Facies- und Kontaktveränderungen im Pilatusgebiet.

Wir verdanken *Kaufmann* zwei Ergebnisse von fundamentaler Bedeutung:

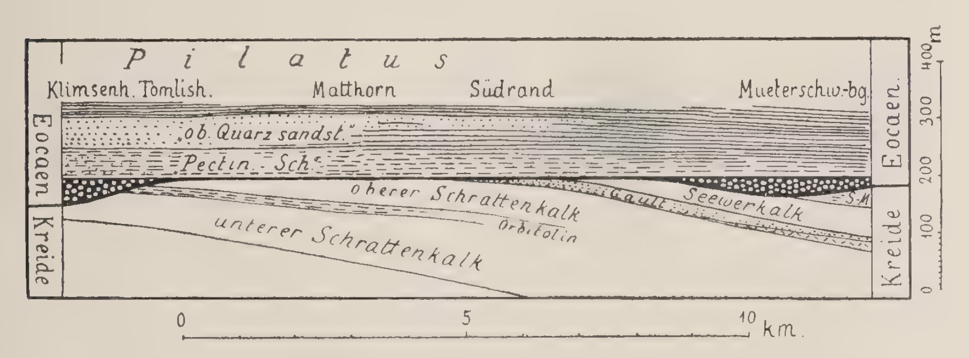
1. Dass „Pektinitenschiefer“ und oberer „Quarzsandstein“ des Pilatus gegen Südwesten allmählich zum Hohgantsandstein verschmelzen.[1])
2. Dass die ältesten Eocaenschichten („unterer Quarzsandstein“ und „Complanataschichten“) auf die nördliche Seite des Pilatus beschränkt sind, während auf der Südseite das Eocaen mit den „Pektinitenschiefern“ beginnt.[2])

Fig. 6.

Der Kontakt von Kreide und Eocaen im ausgeglätteten Querprofil durch den Pilatus,

etwas schematisiert, mit Benützung der Arbeiten von Kaufmann und Buxtorf.

NW *ES*



weisse Punkte in Schwarz = untere Pilatusschichten oder Bürgenschichten, am Mueterschwandenberg mit Assilina exponens, am Pilatus ohne diese.

---

[1]) Dieses Resultat *Kaufmann's* von 1867 stimmt allerdings nicht mit seiner „Hohgantfacies der Complanataschichten“ von 1886 überein.

[2]) Wenn *H. Douvillé* auf Grund des Fehlens der Complanataschichten am Sigriswylergrat (Thunersee) ein Vorschreiten des Meeres von Süden nach Norden, vom „Lutétien moyen“ bis Auversien zu erkennen glaubt, so kann man mit gleichem Recht oder Unrecht am Pilatus das Gegenteil finden, wie *Kaufmann* schon 1867 nachgewiesen hat.

Ich werde in einem allgemeinen Abschnitt auf die Kontaktfläche von Kreide und Eocaen zurückkommen.

„Oberer Quarzsandstein“ und „Pektinitenschiefer“ bilden längs der alpinen Randkette vom Pilatus bis zum Thunersee eine unzertrennbare Einheit. „Hohgantschiefer“ (= Pektinitenschiefer) ist nach *Kaufmann* in verschiedenen Höhen im Hohgantsandstein eingelagert.

Der „untere Quarzsandstein“ keilt nach *Kaufmann* gegen Westen an der Rüchi aus, während die Complanatakalke, nun direkt auf Schrattenkalk liegend, weiter westlich bis an die grosse Emme ziehen. (*Kaufmann*, l. c. 1886, p. 541).

Verfolgen wir aber den oberen Quarzsandstein vom Pilatus nach Südosten und Osten, so finden wir ihn nach *Kaufmann* noch in Rudimenten am Südabhang des Pilatus über den Pektinitenschiefern, dann aber verschwindet er ganz. „Es scheint somit, dass der Quarzsandstein auch auf der „Südseite des Pilatus, und zwar hier vorzugsweise, durch sandige Schiefermergel vertreten sei, die sich gleichzeitig, aber in geringerer Mächtigkeit, abgelagert hätten“. (*Kaufmann* l. c. 1867, p. 110). Dieser prächtige Ausspruch ist durch meine Beobachtungen bestätigt und hat seine Bedeutung für die ganzen Schweizeralpen. (Vergl. Fig. 6.)

14. Rotzloch am Mueterschwandenberg, Alpnachersee.

Allgemeines.

Wir treten an den Vierwaldstättersee, in das Gebiet der „Bürgenfacies“ oder Glauconitfacies *Kaufmann's*. Die Schichtfolge ist wie am Pilatus rein marin, jedoch im ganzen in grösserer Tiefe und Küstenentfernung abgelagert.

Bezeichnend für dieses Faciesgebiet ist das gleichzeitige Zusammentreffen von

1. Glauconitreichen Ablagerungen im allgemeinen,
2. **Assilina exponens-mamillata** neben **Nummulina uroniensis**;
   Nummulina complanata ist in den Kalklagen massenhaft.

Es sollen nicht die bereits von *Kaufmann* beschriebenen Lokalitäten von neuem erörtert, sondern einzelne Profile herausgegriffen werden, die noch ungenügend bekannt sind.

Spezialprofil Rotzloch.

Südlich von Stansstad, am oberen Ausgang der sonderbaren Rotzlocherschlucht, die in tiefer Kerbe das Kreidegewölbe des Mueterschwandenberges durchquert, findet man die normale Schichtfolge bei 45—65° Südfall auf dem Turon aufliegen (Steinbruch). Wir finden von oben:

7) gelblich angewitterter Mergelschiefer, mit feinsten Muscovitglimmerschüppchen = Stadschieferfacies.

6) Grenze gegen f nicht aufgeschlossen; Pektinitenschiefer?

untere Pilatusschichten ca. 18 (+ ? 10) m (5–3); Bürgenschichten (2–1):

5) ca. 2 m glauconitischer Kalk, mit Orthophragminen.

4) ca. 7 m hellgrauer Nummulitenkalk, dicht, voll von Nummulinen und kleinen Orthophragminen.

3) ca. 3 m Glaukonitkalk, mit groben, dunkeln Glauconitkörnern, rot angewittert.

2) ca. 3 m Glauconitschiefer, grün, mergelig-sandig, mit groben Glauconitkörnern.

1) ca. 3,5 m Glauconitkalk; auffällig grünes, kalkhaltiges Glauconitgestein. Mit messerscharfem Kontakt (und leichter Discordanz = primär??) auf

Kreide:

0) ca. 30 m obere, mergelige Seewerschichten = Seewerschiefer, (Ober-Turon), geht aus Seewerkalk allmählich hervor.

Ich war erstaunt, die sonst so massenhaften Grossforaminiferen im Glauconitgestein nicht zu treffen; doch erwähnt *Kaufmann* (l. c. 1886, p. 105) aus Blöcken: **Assilina exponens-mamillata, Nummulina perforata-Lucasana** (= N. uroniensis?) **N. helvetica** und **Rotularia spirulaea.** Die gleiche Schichtfolge ist weiter südwestlich reich an Nummulina complanata und den genannten bezeichneten Arten und wird nach *Kaufmann* noch von 10 m mächtigem Pektinitenschiefer bedeckt.

Das oben gegebene Profil stimmt in überraschender Weise mit demjenigen überein, das *Kaufmann* (1886, p. 138) vom Südostabhange des Mueterschwandenberges gegeben hat.

Der weissgraue Kalk 4) entspricht wohl dem Haupt-Complanatahorizont, der sich in zwar weniger zoogen-neritischer und weniger rein kalkiger Facies in die östlichen Schweizeralpen hinein verfolgen lässt.

15. Kleine Nase am Bürgenstock.

Ein gutes Profil, jedoch von Brüchen zerschnitten, kann man an der kleinen Nase im Ruderboot am Seeufer aufnehmen. *Kaufmann*[1]) hat darüber bereits einige wertvolle Angaben gemacht, die hier vervollständigt werden können.

Die Schichtfolge an der Nase streicht östlich und fällt regelmässig 50—75° südlich gegen den See, den normalen Schenkel der Bürgenstockkette bildend.

Die Spitze der Nase besteht aus Hauterivien-Kieselkalk, darüber liegen zirka 50 m Drusbergschichten (Barrémien), dann folgt Schrattenkalk, Gault und relativ mächtiger (ca. 70 m?) Seewerkalk. Auf dem bankigen, kompakten Seewerkalk (ohne Schiefer) liegt direkt mit messerscharfem, glattem Kontakt und ohne eine Spur von Basis-Sand oder -Geröll:

1) 2,5 m Glauconitkalk, massig, tief grün, mit runden schwarzgrünen Glauconitkörnchen neben hellgrünen, weichen, grösseren thonigen Körnern[2]); steril. — Übergang in
2) 3 m dunkelgrüner Glauconitkalk, etwas schieferig-knorrig verwittert:
3) ca. 9 m Glauconitkalk massig, dunkelgrün, schwarz angewittert, mit schwarmweise zerteilten kleinen Orthophragminen megasphärische Generation von **O. discus** var. **laevitenuis** und einzelnen **Pekten.** — Übergang 2 dm in
4) ca. 7 m dunkelgrau angewitterter Gauconitkalk, mit

Assilina exponens Sow.,
typisch, bis 3 × 30 mm, zu tausenden.

Assilina mamillata d'Arch.,
typisch, besonders schwarmweise in den Lagen, die weniger reich an der microsphärischen Form sind.

Nummulina uroniensis sp. nov.?, selten.

N. complanata Lam.,
massenhaft, meist schmal und mit rundem Rand (z. B. 2,5 × 50 mm).

N. helvetica Kaufm., typisch, scheint eher weniger häufig zu sein als Nummulina complanata.

Orthophragmina discus Rütim., var. **laevitenuis,**
micro- und megasphärische Generation, häufig.

[1]) *F. J. Kaufmann.* Beiträge, Lfg. XIV. 1877, p. 149—150.

[2]) Diese thonigen Körner habe ich aus dem stratigraphisch mehrere hundert Meter höher liegenden Nummulitengestein im Flysch des Dürrenbaches beschrieben. Säntis-West, „Beiträge" 1905, Lfg. 16, p. 316.

5) 1,5 m grünlichgrauer Kalk mit grossen, schwarzgrünen Glauconitkörnern, zähes, klingendes Gestein, mit kleinen geradlinigen Röhren von **Serpula**. — Übergang

6) 5 m grauer, feinkörniger bis dichter Kalk mit kleinen Orthophragminen und granulierten Nummulinen.

7) 5—10 m (?) etwas mergelig-schieferiger Kalk, braun angewittert, knorrig, rauhes Gestein, mit unregelmässigen Glauconitkörnern und Glauconitsteinkernen von:

Nummulina complanata-helvetica massenhaft = Haupt-Complanatalager.

Es folgt bei Nasmättli ein schräger Bruch, an dem diese Kalke an Seewerkalk abstossen; dann folgen westlich abermals die Schichten 2—7. — Aus der eigentlichen Complanatabank 7 scheinen allmählich hervorzugehen:

8) 20 m? graue, kompakte Kalkbänke, bräunlich angewittert. — Übergang in

9) 10 m? bräunliche Mergel, etwas schieferig, mit Glimmerschüppchen, gleiche Schichten wie bei Sisikon (6 in Fig. 2). Niveau der „Pektinitenschiefer".

10) 50 + x m Graue bis gelbliche Mergel, z. T. mit feinsten Glimmerschüppchen; Facies der Stadschiefer.

Wir finden also auf Seewerkalk eine Gesamtmächtigkeit der Bürgenschichten 1—8 von ca. 50 m. Von diesen an führen alle lithologischen Übergänge durch die kaum abtrennbaren und kaum erkennbaren oberen Pilatusschichten hindurch in die Flysch-Basis, den Stadschiefer.

Innerhalb der hier hervorragend entwickelten Bürgenschichten ist eine Zweiteilung lithologisch und paläonthologisch sehr ausgesprochen; wir finden von oben:

Bürgenschichten ca. 50 m	II. ca. 30 m bräunliche Kalke mit vorherrschend **Nummulina complanata-helvetica**
	I. ca. 20 m tiefgrüne Glauconitschichten mit **Assilina exponens-mamillata**

16. Seewen-Schwyz.

Mit 30—40° Südostfallen liegen dem Bahnhof Seewen-Schwyz gegenüber die mitteleocaenen Grünsande direkt auf Seewerkalk.

Zu unterst liegen 10—20 m tief grüne kompakte sterile Gesteine; darüber folgt eine 1,5 m mächtige Grünsandbank, die ganz mit Petrefakten, vor allem Grossforaminiferen erfüllt ist.

Ich habe die Fauna und das darin eingeschlossen gefundene Habkerngranitgerölle bereits beschrieben und das Profil abgebildet[1]) und gebe an dieser Stelle nur die Bestimmungsresultate der Grossforaminiferen[2]):

Assilina exponens J. de. C. Sow., typisch, massenhaft.
A. mamillata d'Arch., häufig typisch.
Nummulina uroniensis sp. nov. microsphärisch,
häufig, genau gleich wie bei Sisikon.
N. complanata Lam.,
typisch und var. **tenuissima,** ziemlich selten.
N. montis-fracti Kaufm.? oder **striata** Brug.,
einige Querschnitte, ziemlich selten.
Orthophragmina discus Rütim. var. **laevitenuis** (und **laevicrassa**).
gross, mit glatter Oberfläche, ohne Granulation, micro- und megasphärisch, massenhaft.
O. Bartholomei Schlumb., selten.
O. Archiaci Schlumb. (?), scheint selten zu sein.

Über dem Hauptforaminiferenlager folgt ein steriler feinkörniger grauer Sandstein mit Glimmerschüppchen und feinen Glauconitkörnchen; es sind die gegen Osten letzten Anklänge an die Hohgantsandstein-Facies.

Als normales Hangendes dieser mächtigen Bürgenschichten fand *Kaufmann* am Weg von Seewen nach dem „Ebnet“ die bekannten „Pektinitenschiefer“.

Über den Pilatusschichten folgt wieder der gleiche hellgraue, gelblich anwitternde, globigerinenhaltige Mergelschiefer des Flysch, der Stadschiefer, der bei Wylen-Urmi abgebaut (— prächtiger Hakenwurf —) und von der Zementfabrik Ingenbohl verarbeitet wird.

Helvetische Decken der östlichen Schweizeralpen.

In den östlichen Schweizeralpen fehlen genauere stratigraphische Untersuchungen. Bis jetzt hat man nicht einmal die Pilatusschichten als solche gekannt.

[1]) *Arnold Heim:* Über das Profil von Seewen-Schwyz und den Fund von Habkerngranit im Nummulitengrünsand, Vierteljahrssch. d. nat. Ges. Zürich 1908, p. 377—386, Taf. I.

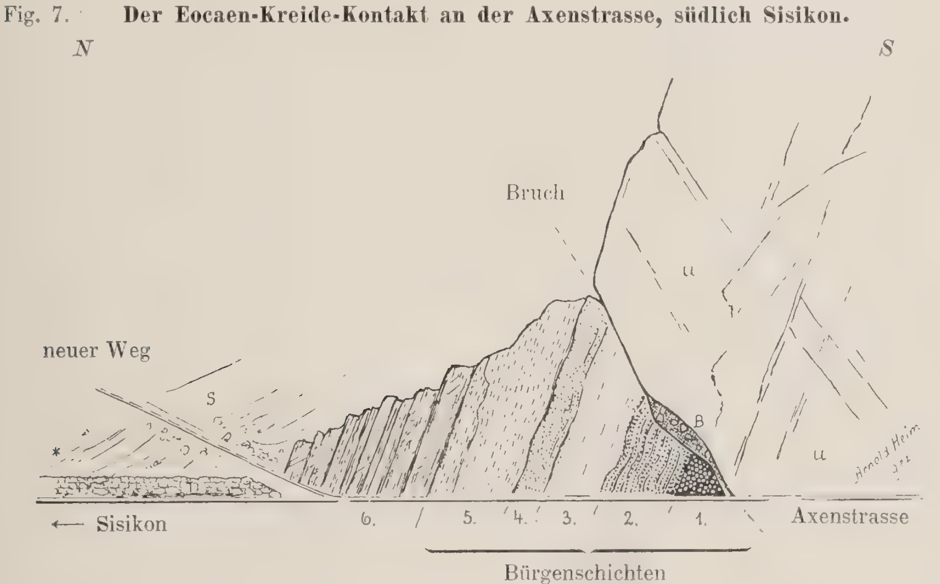
[2]) Ausser den folgenden Arten sind von *Kaufmann* (Beiträge Lfg. 11, p. 59) noch aufgeführt: **Nummulina Ramondi** (?), **striata, helvetica.**

17. Sisikon - Axendecke

(mittlere helvetische Decke).

Das interessante Eocaen, das an der Axenstrasse, unmittelbar südlich Sisikon, vor dem Eintritt in den Schrattenkalktunnel vollkommen aufgeschlossen ist, hat noch niemand näher studiert — es liegt eben ausserhalb des speziellen Untersuchungsgebietes von *Kaufmann*.

Fig. 7. **Der Eocaen-Kreide-Kontakt an der Axenstrasse, südlich Sisikon.**



u = oberer Schrattenkalk (Bedoulien); B = grobe Dislokationsbreccie aus Grünsand 0,8 m dick
S = Gehängeschutt; * = Fundstelle loser Nummuliten; 1—5 siehe Text.

Die Bürgenschichten sind durch einen Bruch vom Schrattenkalk abgeschnitten. (Vergl. Fig. 7.) Zwischen beiden liegt eine 0,8 m dicke gröbste Dislokationsbreccie aus eckigen Grünsandblöcken bestehend, beidseitig von glatten Rutschflächen begrenzt. So wissen wir nicht sicher, was hier das natürliche Liegende der Bürgenschichten ist und kennen auch nicht dessen tiefste Schichtlagen selbst. Wir finden von oben:

6) 5,5 m fein glimmersandige schiefrige Mergel, bankig und von Clivage durchsetzt. Diese Schichten entsprechen offenbar den „Pektinitenschiefern“.
5) 4 m feinkörniger sandiger Kalk mit zerstreuten bis über 1 mm groben Quarzkörnern und feinen Muskovitglimmerschüppchen, grau, bräunlich angewittert,

mit massenhaft megasphaerischen Orthophragminen und ziemlich häufigen kleinen Nummulinen (calcaire à petites Nummulites.) Auf 3 polierten Flächen glaube ich folgende Spezies zu erkennen:

Nummulina helvetica Kaufm.,
typisch, genau wie die Abbildungen *Kaufmann's* von 1867, ziemlich klein, ziemlich häufig.

N. complanata Lam.,
nur zwei Querschnitte gefunden.

N. Boucheri d. l. H. var. **incrassata** d. l. H.,
scheint mit der Form der Ralligstöcke übereinzustimmen; ziemlich häufig.

N. striata Brug.?,
da bloss in Querschnitten, ist die Bestimmung etwas zweifelhaft.

Orthophragmina (Discocyclina) Pratti Mich.,
sehr schmal, mit Nabelknopf und sehr schwachen Pfeilern, scheint typisch zu sein; häufig.

O. Archiaci Schlumb. (?).

O. discus Rütim. var. **granulatotenuis** n.,
häufig, Bestimmung nicht ganz sicher; nicht sehr gross, massenhaft.

Actinocyclina?

Conoclypeus Ibergensis?,
ein Ambulacralfeld von einem ca. 12 cm grossen Conoclypeïden. — Übergang

4) 1,5 m körniger glauconitischer Sandkalk mit Glimmerschüppchen, mit den gleichen **Orthophragminen** wie 5; **Nummulina complanata** im oberen Teil ziemlich häufig; **Ostrea** sp. — Übergang

3) 2,5 m grauer Kalk mit **Nummulina complanata** Lam. vereinzelt, und **N. helvetica** häufig; N. globulus? — Übergang

2) 2 m kalkiger Grünsand, steril.

1) 1,5 m kalkiger Grünsand, reich an fein zerteiltem FeS_2, mit

Assilina exponens J. de C. Sow., typisch, stark granuliert, bis 32 mm Durchmesser, massenhaft (keine var. tenuimarginata).

Assilina mamillata d'Arch., typisch, eher weniger häufig.

Nummulina uroniensis nov. sp.,
microsphärisch: sehr häufig; grösstes Ex. = 26 × 8 mm.
megasphärisch: weniger auffallend.

Nummulina complanata Lam., typisch, selten, dünne Form.

Orthophragmina discus Rütim. var. **laevitenuis** n.,
typisch, microsphärisch und megasphärisch, nicht sehr häufig.

Dieses Gestein 1 ist lithologisch und palaeontologisch identisch mit der beschriebenen fossilreichen Grünsandlage von Seewen. Darnach möchte man annehmen, dass das Niveau 1 nicht die allerunterste Gesteinslage der Bürgenschichten repräsentiere. Das gleiche ergibt sich durch Vergleich mit der Nase am Bürgenstock.

Steigt man auf den Schichten 3 und 4 zum See hinab, so findet man diese in einer Mächtigkeit von ca. 7 m braun und rauh angewittert, voll grosser **Nummulina complanata** (50 mm Durchm. auf 4—6 m Dicke) nebst **N. helvetica** und Orthophragmina discus. Sie erinnern an die zwar reiner zoogene, aber in gleichem Niveau liegende weisse Kalklage am Rotzloch (4 auf p. 47) und sind homolog dem braunen Complanatakalk des Bürgenstockes, der Wageten, des Kistenpasses etc.

Sehr deutlich ist der Übergang der Bürgenschichten in die sandigen Mergel 6 zu sehen, die dem Niveau der „Pektinitenschiefer“ des Pilatus entsprechen, hier aber steril sind.

Etwa 50 m nördlich der in Figur 7 gezeichneten Aufschlüsse findet man am Steilbord unmittelbar über der Strassenmauer, zwar nicht sehr häufig, lose Nummuliten in Schutt und Erde. Es sind die gleichen wie in Schicht 1. Dorther stammt die **„N. perforata var. uranensis“** *de la Harpe's* und dort sammelte ich die auf den beigegebenen Tafeln I und II abgebildeten Exemplare der **N. uroniensis** n. sp. Orthophragmina discus fand ich nicht lose, dafür aber mehrere schöne Exemplare von

Rotularia spirulaea Lam. (Serpula).

P. Arbenz[1]) hat in seiner Untersuchung des Frohnalpstockes aus den abgebildeten Bürgenschichten von Sisikon richtig bestimmt N. complanata-Tchihatcheffi (auct.) und A. exponens, und erwähnt ferner

Pekten montanus May.
Pekten Parisiensis d'Orb.
Pekten Heeri May.

18. Aubrig (Kt. Schwyz).

(obere helvetische Decken).

Bei Seewen-Schwyz verschwindet die Kreide der frontalen Gliederkette unter gewaltigen Flyschmassen, auf denen die „Klippen“ der Mythen obenauf sitzen. Sie erscheint wieder im Sihltal bei Eutal und erhebt sich rasch zum kleinen Aubrig.

[1]) *P. Arbenz:* Frohnalpstockgebiet. Beiträge zur geol. K. d. Schw. n. F. Lfg. XVIII 1905, p. 36.

Die in der Längsrichtung abgerissene östliche Fortsetzung bildet der Gross-Aubrig, der in Form einer imposanten Kluse von der Wäggitaler Aa quer durchschnitten ist.

Die oberen Kreidemergel, nämlich 30—60 m mächtige Leistmergel (Senon) mit Tetragonites bilden die äusserste Hülle des vielfach zerbrochenen und zerfetzten Kreidegewölbes und diese werden wieder konkordant von den Bürgenschichten und Flysch umhüllt.

Entsprechend der grossen Entfernung von der Rigihochfluh bei Seewen (19—22 km) finden wir am Aubrig neben manchen Übereinstimmungen auch erhebliche Veränderungen gegenüber dem Profil von Seewen. Glauconitkalk und Mergel von bathyalem bis hyponeritischem Charakter sind die Sedimente der Pilatusschichten. Eigentliche Sandsteine sind verschwunden.

Ich fand die Pilatusschichten - Bürgenschichten im Sommer 1908 an folgenden Stellen:

a) Am Gross-Aubrig.
1. Auf dessen normal südlich abfallendem Schenkel bei Schrähbrugg, in den Seitenbachfurchen des Bärlauibaches.
2. Im Bärlauibach bei Bärlauialp.

b) Am Klein-Aubrig.
3. Auf dem Grat auf der Ostseite des Klein-Aubrig-Gipfels, „Im roten Herd“, reduziert und durch Längsbruch abgeschnitten.
4. Auf dem Grat nordwestlich des Klein-Aubrig-Gipfels.
5. Südlich Einsiedler-Bärlaui, nördl. P. 1419 der Siegfriedkarte 1:25000 Blatt 248.

Dagegen sind die Nummulitenschichten entgegen Zeichnungen und Text von *Burckhardt* (Beiträge 1893, p. 66—67) am oberen Ausgang des Kirchentobels bei Krummfluh am Klein-Aubrig, Eutaler Seite, nicht vorhanden, indem die flach liegende Kreide durch vertikalen, sehr bedeutenden Längsbruch am Flysch abschneidet.

Da die 5 genannten Aufschlüsse keine wesentlichen stratigraphischen Verschiedenheiten zeigen, und die unteren Pilatusschichten überall aus Glauconitschichten mit Mergellagen von ca. 15 - 20 m Mächtigkeit bestehen und häufig granulierte Nummuliten und **Assilina exponens** enthalten, bespreche ich nur das am leichtesten zugängliche und gut aufgeschlossene Profil am Gross-Aubrig.

Wir finden in zwei Seitenbachgräben des Bärlauibaches westlich Schräh am oberen Ausgang der Aubrig-Kluse das in Fig. 8 abgebildete Profil, von oben:

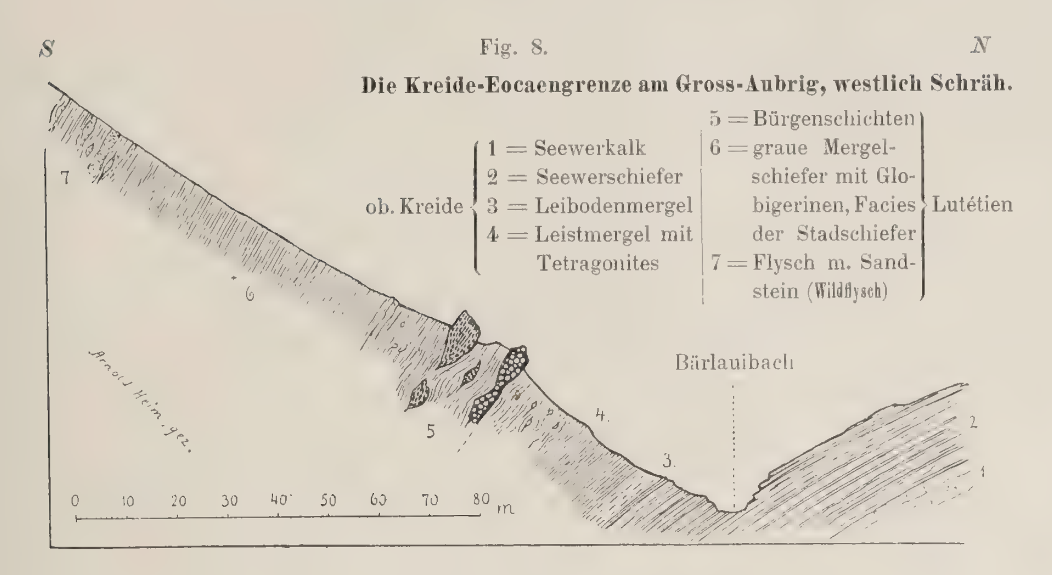


Fig. 8.

Die Kreide-Eocaengrenze am Gross-Aubrig, westlich Schräh.

7) Wildflysch, Flyschschiefer mit Sandsteinbänken, Linsen von Sandstein, im unteren Teil voll gespickt von eckigen grauen Kalkbrocken (z. T. glauconitisch) von Nuss- bis Metergrösse, auch solche von dichtem Kalk und Ölquarzit; zum Teil deutlich zerrissene Bänke. Mergellagen grau, schwarz und grünlich geflasert, bräunlich angewittert. Im Schutt auch graue Mergelplatten voll **Chondriten,** exotische Blöcke von polygenen Breccien mit Brocken von Glimmerschiefer, gelbem Dolomit etc. An der gezeichneten Seitenrunse ca. 60 m aufgeschlossen, im ganzen aber vielleicht über 1000 m mächtig, bildet die ganzen Bergrücken südlich Gross- und Klein-Aubrig.

6) 80—100 m grauer Flysch-Mergelschiefer, Facies der Stadschiefer, frisch blaugrau (von Leistmergel kaum unterscheidbar), z. T. dunkel gekörnelt mit Globigerinen (besonders bei + in der Fig. 8 massenhaft), darunter **Globigerina cretacea** d'Orb. Untere 15 m mit sandiger Kalkbank, Linsen und Brocken von grauem Kalk und tiefgrünem Glauconitit; — Wildflyschfacies.

5) ca. 15 m Bürgenschichten, in zwei zerrissenen, unregelmässigen Bänken von je 0—5 m zwischen grauem, „stadartigem" Schiefer mit Glauconitlinsen.

c) obere Bank = mergeliger Kalk mit Glauconitgehalt, voll

Nummulina uroniensis, kleine Rasse; megasphärische und weniger microsphärische.

Orthophragmina discus Rütim. var. **laevitenuis** n., microsphärisch und ? megasphärisch.

Serpula (Rotularia) spirulaea Lam.

Auf der Unterseite ist diese (neritische?) Bank erfüllt von

Ostrea gigantica Sol.

b) Die Zwischenlage von Mergelschiefer (ca. 8 m) enthält kleine und grosse Linsen von grünem Glauconitkalk, worin **Ostrea gigantica** Sol.

a) Die untere Bank besteht oben aus 1,5 m dunkelgrünem Glauconitkalk und grünstem Glauconitit; sie ist schwarmweise erfüllt von

Assilina exponens J. de C. Sow. und zwar typische Form und die ausserordentlich dünne var. **tenuimarginata** n.

Assilina mamillata d'Arch., massenhaft.

Die Basis der unteren Bank wird gebildet von einem ca. 2—3 m dicken etwas mergeligen, glauconitischen Kalk voll

Nummulina uroniensis, wie oben, megasphärisch häufig, microsphärisch einzeln zerstreut.

Ostrea gigantica Sol.

Diese Schichten liegen mit scharfer Grenze auf Leistmergel (Senon), der jedoch in seinem oberen Teil vollgespickt ist von Kalklinsen und eckigen Brocken und so sehr dem eocaenen Wildflysch gleicht, dass ich ihn kaum mit Bestimmtheit zur oberen Kreide rechnen könnte, wenn er nicht kleine pyritische senone Gastropoden und **Tetragonites**[1]) enthielte und einer normalen Schichtfolge angehörte.

Weiter oben am Bärlauibach trifft man neben den genannten Fossilien in einer grünen Glauconitkalkbank der Bürgenschichten besonders auffällig die riesige

Orthophragmina discus Rütim. var. **laevicrassa** n.

mit 46 mm Durchmesser und 5 mm Dicke.

In der weiteren östlichen Fortsetzung des Aubrig, an der Riseten und am Fridlispitz, folgt über den Leistmergeln der Flysch mit Sandstein; die Pilatusschichten sind nicht bekannt (durch Wildflyschfacies vertreten?). Das gleiche gilt für die Säntisdecke im Gebiet von Wildhaus, Amden und Wiggis, sowie für die Rädertendecke.

19. Drusbergdecke; Frohnalpstock bis Iberg

(oberste helvetische Decke).

In der noch weiter südlichen Zone der Drusbergdecke, wo über den Leistmergeln noch die Wangschichten (Danien?) entwickelt sind, finden wir wieder

[1]) Nach frdl. Bestimmung durch Herrn Dr. *J. Böhm* in Berlin. — Eine Spezial-Untersuchung über das Senon der östl. und zentr. Schweizeralpen wird in diesen Abhandlungen erscheinen.

als Basis des Eocaen die Nummulitenbildung. Allein die Facies und Fauna ist von derjenigen der sonst bekannten Bürgenschichten so sehr verschieden, erinnert aber umgekehrt, wenigstens an der Stockfluh, so auffallend an die Nummulitenkalke im Flysch von Einsiedeln-Eutal, dass ich diese Nummulitenschichten nur mit Vorbehalt als eine Facies der Bürgenschichten ansprechen darf.

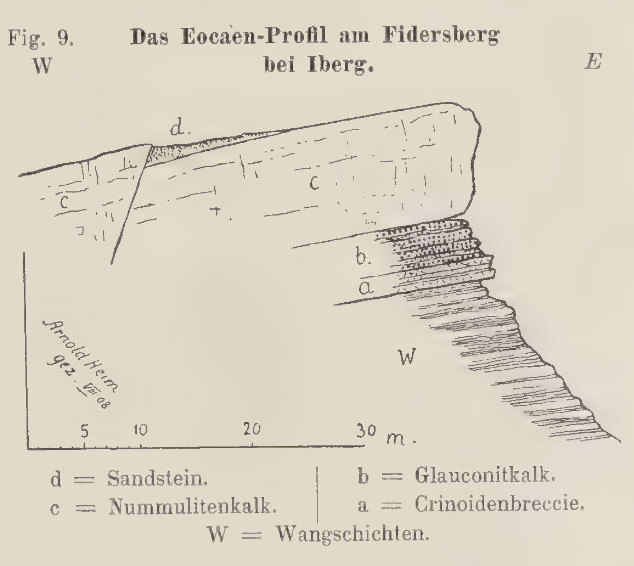
Man findet die Nummulitenkalke auf Wangschichten auf der Hochfläche des Frohnalpstockes *(Albert Heim, P. Arbenz)*, in isolierten Resten bei Illgau-Muotatal *(Arbenz)* und Krauthüttli *(Alb. Heim)*, sodann wieder von besonderer Bedeutung an verschiedenen Stellen im Drusberggebiet[1]).

Da in der Literatur *(Kaufmann, Quereau)* nirgends etwas genaueres über die Stratigraphie und Fauna dieser Nummulitenkalke geschrieben steht, habe ich am 11. VIII. 08 gemeinsam mit meinem Freund *Ernst Ganz* den Fidersberg und die vielumschriebene Stockfluh ostsüdöstlich ob Unter-Iberg untersucht und das folgende gefunden:

Fidersberg 1919 m.

Nummulitenkalk bildet das Dach des Fidersberges und bricht in schroffer, ca. 20 m hoher bläulich- bis bräunlichgrauer Wand gegen Südosten (Hinter-Ofen) ab. Dort kann man unter der überhängenden Wand an einer Stelle die Hand an den messerscharfen, leicht welligen Kontakt von Eocaen und Wangschichten legen. (Vergl. Fig. 9). Wir finden von oben:

Fig. 9. **Das Eocaen-Profil am Fidersberg bei Iberg.**



d = Sandstein. | b = Glauconitkalk.
c = Nummulitenkalk. | a = Crinoidenbreccie.
W = Wangschichten.

d) feinkörniger Quarzsandstein kompakt, inwendig bräunlich, in graue, mit Kieselflechten überzogene Brocken zerfallen, porös verwittert und wie Molassesandstein aussehend; durch feine Schichtung gebändert, enthält neben Quarz feine Körnchen von Glauconit und spärliche Muscovitschüppchen. Kontakt

[1]) Vergl. geol. Karte 1:25,000 von *Quereau*. Beiträge z. geol. K. d. Schw. n. F. Lfg. III 1893.

gegen den Nummulitenkalk c nicht aufgeschlossen, weil durch N-S-Bruch von diesem abgeschnitten[1]).

c) 10—15 m Nummulitenkalk, massig, wenig geschichtet, in unregelmässigen Bänken angewittert, aussen bräunlich, inwendig grau bis dunkelgrau, körnig, reich an Echinodermenbruchstücken; Glauconitkörner spärlich; zoogen, erfüllt mit Foraminiferen, die jedoch sehr klein und nicht leicht erkennbar sind („calcaire à petites nummulites"):

Nummulina Murchisoni Brunn. var. **minor** de la H.,
in den obersten Lagen nicht selten, sehr klein aber typisch, bis 7 mm Durchmesser, sehr schmal.

N. Heeri de la H.,
sehr häufig, mit grosser Zentralkammer, in verschiedenen Formvarietäten, meist auffallend dick, bei 2 mm Durchmesser (Querschnitte häufig wie N. Chavannesi de la H.).

N. globulus Leym.?, vereinzelt, klein.

N. Guettardi d'Arch. et H.,
häufig, meist 2 mm Durchmesser, Bestimmung etwas zweifelhaft.

Assilina granulosa d'Arch. var. **minor,**
häufig, äusserst klein, grösstes beobachtetes Exemplar = 6 mm Durchmesser.

A. Leymeriei d'Arch. et H., häufig, sehr klein.

Orthophragmina Archiaci Schlumb., klein, aber häufig.

O. Pratti Mich.?, sehr schlanke Form, häufig.

O. sella d'Arch.,
ein typisches Exemplar mit 9 mm Durchmesser; Netzwerk wie O. Archiaci.

Weiter sind in den obersten Schichten sehr häufig 1—2 cm grosse Querschnitte vom Aussehen einer **Terebratula,** und nicht selten:

Rotularia spirulaea Lam. (Serpula).

Unter dem eigentlichen Nummulitenkalk c, in diesen übergehend, liegt

b) 4,5 m sehr grobkörniger Glauconitkalk (erinnert in manchen Beziehungen an die Facies des Pariser Grobkalkes); schwarze (auch hellgrüne), runde und eckige Glauconitkörner bis 1,5 mm, in grünlichem Kalk eingestreut; viel Echinodermenbruchstücke; sehr rauhe, grün gesprenkelte Oberfläche, schichtig-dünnbankig; lagenweise voll Muschelschalen, meist in Bruchstücken, besonders

[1]) Die Karte von *Quereau* 1 : 25000, so gut sie für die „Klippen" ist, lässt viel zu wünschen übrig im helvetischen Gebiet. Die massenhaften Brüche sind nicht berücksichtigt und daher die Farbgrenzen vielfach unrichtig. Eine detaillierte Neuaufnahme wäre sehr zu wünschen.

Pecten, Cardien, auch **Terebratula, Serpula,** winzig kleine, unkenntliche **Nummuliten.** Ich konnte bestimmen:

Pecten escharoides Desh. (?)

Cardium (Eocardium) fraterculus Desh.

beide aus dem „calcaire grossier inférieur et moyen" von Paris bekannt.

a) 1,5 m grobe Crinoidenbreccie und Crinoidenkalk; dünnschichtiges Gestein, zerfällt in dünne Platten mit bräunlichgrauer, sehr rauher Oberfläche; mit reichlich zerstreuten schwarzen und hellgrünen groben Glauconitkörnern, spärlichen feinsten Muscovitglimmerschüppchen, eckigen und halbrunden schmutzig gelblichen Quarzkörnern von 0,5—1 mm; massenhaft grobe, mehrere mm grosse Crinoidenglieder mit Zentralkanal, kleine unkenntliche Nummulinen und andere Schalentrümmer; alle diese Einstreulinge in grauer Kalksubstanz eingebettet. Gegen das Hangende findet ein Übergang innerhalb 1—2 dm statt; dagegen messerscharfe Grenze auf

W) Wangschichten. Danien? (zu oberst 15 cm feiner, grauer Mergel). Wechsellagerung von grauen, feinkörnigen Kalkbänken von 0,5—2 dm mit Mergelschieferlagen von etwas rauher Oberfläche, hell, bräunlichgrau angewittert. Gesamtmächtigkeit ca. 80 m.

Von besonderem Interesse ist der messerscharfe konkordante Kontakt der Nummulitenschichten auf Wangschichten, ohne jeden Übergang und ohne jede Spur einer Konglomerat-Bildung dazwischen. Es ist die gleiche Erscheinung, die wir überall zwischen „Assilinengrünsand" und Seewerschichten in der Ostschweiz wiederfinden.

Stockfluh 1600 m.

Ostsüdöstlich Unter-Iberg bildet Nummulitenkalk an der Stockfluh das nördlich vorspringende Dach des Stirngewölbes der Drusbergdecke (=Fortsetzung des Fluhbrig). Auch hier liegen die Nummulitenschichten mit scharfer Grenze auf Wangschichten. (Man vergleiche die Zeichnung in *Kaufmann,* „Beiträge" Lfg. XIV, p. 59.)

Quereau[1]) hat eine vortreffliche, längere Diskussion über das Alter der Wangschichten und die vermeintlichen Einlagerungen von Nummulitenkalk gegeben.

In der Tat sind die tieferen Nummulitenkalke abgesunkene Schollen (vergl. die Figuren in *Quereau* l. c. p. 16). Über die Nummuliten ist aber weder von *Quereau* noch von *Kaufmann* etwas mitgeteilt.

[1]) *Quereau:* Beiträge z. geol. K. d. Schw. n. F. Lfg. III pag. 13—20.

Die glauconitischen Basisschichten a und b des Fidersberges sah ich nicht. Dagegen scheint der massige, in blaugrauen bis bräunlichen Wänden abfallende Nummulitenkalk c mächtiger zu sein (über 20 m). An Stelle der schwer bestimmbaren Pygmaeenfauna finden wir hier in der gleichen Nummulitenkalklage die Foraminiferen gross entwickelt:[1])

Nummulina complanata Lam. var. **minor** n.
Grösstes beobachtetes Exemplar = 27 × 3,5 mm bei ca. 12 Windungen, gleiche Varietät wie bei Lisighaus-Wildhaus und Steinbach, nicht selten.

N. helvetica Kaufm.

N. irregularis Desh.,
typisch, bis über 20 mm Durchmesser, ziemlich häufig.

N. Murchisoni Brunn.,
typisch, mittlere Grösse, schmal, nicht selten.

N. Heeri de la H.,
klein und auffallend dick wegen sehr grosser Zentralkammer, sehr häufig.

N. atacica Leym.,
gross, bis 15 × 4,5 mm bei 10—12 Windungen, meist 10—12 mm × 3,5—4 mm, massenhaft.

N. Guettardi d'Arch. et H.,
bis 3 × 2 mm, meist kleiner, oft mit Zentralpfeiler; sehr häufig.

N. sp., Gruppe der **N. perforata** auct., mit spärlichen Querpfeilern, sonst wie N. atacica aussehend.

Assilina granulosa d'Arch.,
typisch, bis 15 × 1,5 mm, massenhaft.

A. Leymeriei d'Arch. et H., typisch, sehr häufig.

Orthophragmina Archiaci Schlumb.,
massenhaft und var. **major** n.?, bis 20 × 2 mm.

O. discus Rütim. oder die Art des Kressenberges?
bis über 25 mm Durchmesser, häufig.

O. Pratti Mich.?,
sehr schmale Form, bis über 20 mm auf 0,7; nicht oder schwach gepfeilert, häufig.

Alveolina elongata d'Orb.?, ein unsicherer Längsschnitt.

Das Gestein ist rein organogen, zum grössten Teil aus Foraminiferen bis zu den kleinsten Formen aufgebaut. Die helle gallertartige Grundsubstanz wird von **Lithothamnien** gebildet.

[1]) Besonders schön angewitterte Nummulitenstücke fand ich beim „Unter-Stockriedli".

Fauna und Gestein stimmen ganz mit dem Nummulitenkalk c vom Fidersberg überein, nur dass hier alle Formen viel grösser entwickelt sind und **Nummulina complanata, irregularis** (und **atacica)** neu hinzutreten.

Die Fauna ist typisch für Lutétien, stimmt aber nicht gut mit der aus den sonst bekannten Pilatusschichten überein, sondern mit den höheren Nummulitenkalken im Flysch von gleicher Facies.

20. Näfels-Mürtschendecke

(untere helvetische Decken).

Wir treten nun in das Gebiet der **Mürtschenfacies,** deren Bürgenschichten ich 1905 – 1907 nach dem dominierenden Auftreten von Glauconit und **Assilina exponens** als **„Assilinengrünsand"** bezeichnete. Es ist die bathyale Facies, die sich weiter durch geringe Mächtigkeit, Seltenheit der **N. complanata,** und Fehlen der **N. uroniensis** auszeichnet.

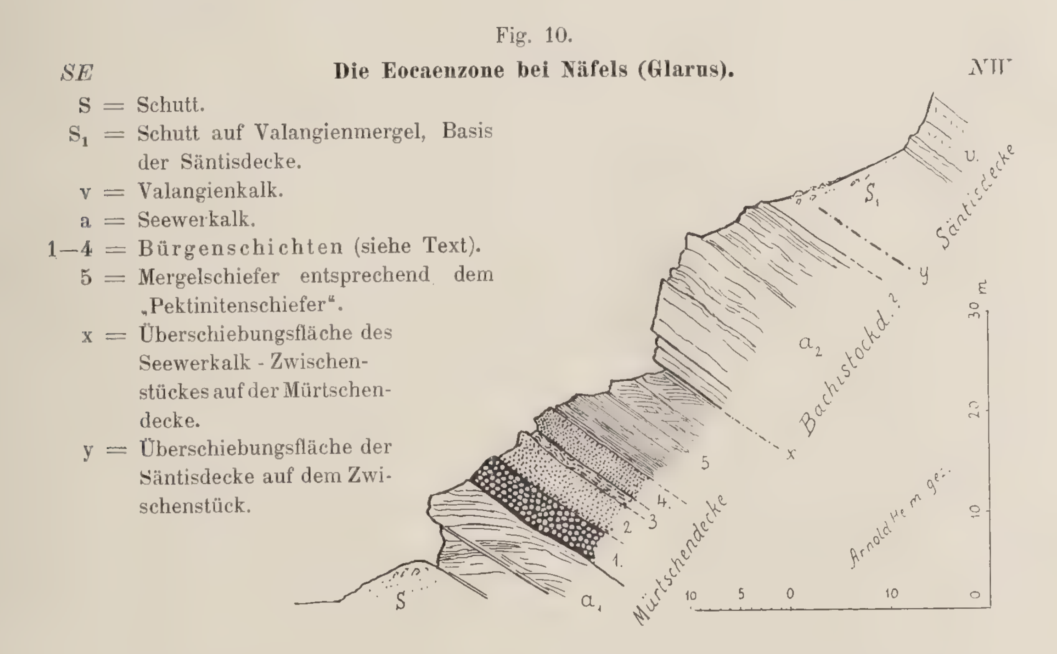


Fig. 10.
Die Eocaenzone bei Näfels (Glarus).

Die obenstehende Fig. 10 gibt ein Detail von der auf den Talboden der Linth niedersinkenden sog. Eocaenzone Pragel-Näfels[1]). Die Bürgenschichten des

[1]) Vergl. geol. Karte 1:50000 von *C. Burckhardt* in „Beiträge" n. F. Lfg. 5, 1896. Taf. I.

Pragelpasses gehören jedoch der Axendecke an und stehen mit denen der Mürtschendecke bei Näfels nicht in direktem Zusammenhang.

Bei Näfels erreichen die Bürgenschichten mit ca. 10—12 m noch eine relativ grosse Mächtigkeit innerhalb des Mürtschen-Faciesgebietes. Wir finden von oben:

5) 10 m hellbräunlicher Mergelschiefer mit spärlichen feinsten Glimmerschüppchen, steril (entsprechend Pektinitenschiefer).

Bürgenschichten ca. 10 m

4) 2 m massiger Grünsand mit weissen Pünktchen, steril, in 5 innerhalb ½ m übergehend.

3) 0,8 m rauher schieferiger grauer Kalk mit Grünsandschlieren. — Übergang

3) 3,5 m kalkiger Grünsand, massig, mit einzelnen **Assilinen.**

1) 3,5 m Grünsand, tiefgrün, feinkörnig, massig erfüllt mit **Assilina exponens,** ruht mit messerscharfer Grenze auf Seewerkalk-Turon.

Bezeichnend ist für die tieferen helvetischen Decken der östlichen Schweizeralpen im allgemeinen, dass ein feinkörniger, kompakter Grünsand direkt auf Seewerschichten liegt und die Assilinen am allerhäufigsten — zu tausenden — im unteren Teil der Grünsandschichten eingebettet sind.

21. Klöntalersee, Glarnerdecke[1]

(untere helvetische Decken).

Am See bei Rodanenberg kommt unter der Mürtschendecke die tiefste Decke, die Glariserdecke zum Vorschein.

Auf Seewerkalk liegt mit messerscharfer Begrenzung zuerst eine ca. 3 m mächtige, massige, feinkörnige Glauconitkalk-Bank, die 2—3 m über dem Seewerkalk erfüllt ist mit

Assilina exponens Sow., sehr gross, dick, neben vereinzelten Exemplaren der var. **tenuimarginata** n.

A. mamillata d'Arch., in einzelnen Lagen häufig, jedoch weniger häufig als die microsphärische Generation.

Orthophragmina discus Rütim. var. **laevitenuis.**

Nummulina complanata Lam., sehr selten.

---

[1]) Ich habe 1905 (Zeitschr. d. Deutsch. geol. G. 1905) die tiefste helvetische Decke als Glarnerdecke bezeichnet. Schärfer und bestimmter wäre die Bezeichnung Glariserdecke (nach Glarus od. Glaris).

Darüber folgt in langsamer Faciesveränderung etwa 4 m etwas schieferiger, glauconitischer Kalk, steril. Auch hier wird das Eocaen überschoben und zwar durch Öhrlikalk-Berriasien der Mürtschendecke.[1])

22. Helgenhüsli-Netstall; Glarnerdecke

(untere helvetische Decken).

Gegenüber von Glarus führt ein Weg zum „Helgenhüsli" und an den steil südostfallenden verkehrt liegenden Kontakt von Kreide und Eocaen der Glariserdecke.

Wir finden bei **Helgenhüsli** von oben:

3) grauer Mergelschiefer mit „Körnchen" (Globigerinen), hellgelblich angewittert, in grosser Mächtigkeit (ca. 400 m), ohne Sandsteinbänke.

2) 6—8 m feinkörniger grüner Kalk, etwas schieferig, steril, in 3 übergehend.

1) 3 m massiger, feinkörniger Glauconitkalk (Glauconitkörnchen 0,5 mm), ganz erfüllt mit Assilinen:

Assilina exponens J. de C. Sow.,
typisch, z. T. stark granuliert und genau gleich wie bei Seewen und Sisikon, bis 25 mm Durchmesser und 3,5 mm Dicke.

A. mamillata d'Arch.,
weniger häufig, typisch, relativ dick.

Nummulina complanata Lam.,
typisch, aber vereinzelt bis selten.

Bei **Netstall,**

gegenüber dem Bahnhof, 2 km weiter nördlich findet man die unmittelbare Fortsetzung der gleichen Assilinenschichten auf der rechten Seite der Linth, in verkehrter Schichtlage, aber ohne merkliche Reduktion. Auch hier ist die älteste, messerscharf an Seewerkalk grenzende Bank von 1 m erfüllt mit den oben genannten Foraminiferen, worunter besonders auffällig die ausserordentlich schmale Varietas **tenuimarginata** der **Assilina exponens-mamillata.** Die jüngeren 15 bis 20 m mächtigen Schichten, die dem Haupt-Niveau der N. complanata im Vierwaldstättergebiet und am Kistenpass entsprechen, sind steril. Die Meertiefe ist zu

---

[1]) *Burckhardt* verzeichnet 1896 l. c. Schrattenkalk. Man vergleiche *J. Oberholzer*, Eclogae geol. helv. 1909.

gross geworden. Es wechseln glauconitische Kalkbänke mit schieferigen Lagen, die allmählich in gelblichen Mergelschiefer mit feinsten Glimmerschüppchen, die Vertreter der Pektinitenschiefer und Stadschiefer, überführen.

23. Churfirsten-Säntisgebiet
(obere helvetische Decken).

Obwohl mir das Gebiet vom Walensee[1]) zum Säntis besonders gut bekannt ist, soll es hier nur rasch durchgangen werden, da ich in einer in absehbarer Zeit erscheinenden „Monographie der Churfirsten-Mattstockgruppe" sehr eingehend auf die Stratigraphie und Lithologie dieser Gegenden eintreten werde.

Nordseite des Walensees — Mürtschendecke.

Die besten Aufschlüsse findet man im Seretobel.[2]) Der „Assilinengrünsand" ist etwa 5,5 m mächtig, massig, tiefgrün, feinkörnig, und besonders in mittlerer Höhe ganz erfüllt mit **Assilina exponens,** weniger **A. mamillata,** massenhaft **Orthophragmina discus** var. **laevitenuis.**

Weitere gute Aufschlüsse findet man weiter östlich am Rüesteli (vergl. Walenseekarte), wo die Mächtigkeit nur noch ca. 3 m beträgt. Übergang in den hangenden Flyschmergel (Stadschiefer).

Flifalte bei Weesen.

„Assilinengrünsand" 5—10 m.

Unterste 2 m massig, grün, besonders an der Basis erfüllt mit **Assilina exponens,** in anderen Lagen **A. mamillata, Orthophragmina discus** var. **laevitenuis.** Auch nicht selten **Nummulina complanata, Spondylus** etc.

Oberer Teil steril, etwas mergelig, durch sterile glimmersandige Mergel (1 m?) (entspr. Pektinitenschiefer) in Flysch-Globigerinenmergel von der Facies der Stadschiefer übergehend.

---

[1]) Vergl. *Arnold Heim* und *J. Oberholzer:* Geologische Karte der Gebirge am Walensee 1:25000. Bern, Francke 1907. — *Arnold Heim:* Das Walenseetal. Bericht über die XXXX. Vers. der oberrheinischen geol. Ver. p. 5 Fig. 1 und 3.

[2]) Vergl. das Walenseetal l. c. fig. 3 und *P. Arbenz:* Exkursionsbericht. Vers. des oberrhein. geol. Ver. 1906 pag. 77.

Nordrand der Säntisdecke.

Während „Assilinengrünsand“ im Hauptgebiet der Säntisdecke fehlt, finden wir diese Schichten jedoch an einigen Stellen am Nordrand der Säntisdecke in einer der Mürtschendecke ganz entsprechenden Ausbildung (Mürtschenfacies), so am Mattstock-Brunnenegg mit 5 m, am Schindelnberg und bei Leser[1]) im westlichen Säntis, dann erst wieder auf Bommenalp-Blättli nordöstlich unterhalb des Wildkirchli[2]), dort mit besonders auffallender **Assilina exponens-mamillata** var. **tenuimarginata** vor.

Weiter zieht sich der Assilinengrünsand in dem Klammeneggzug nach Nordosten und endigt mit diesem stets in scharfem, glattem Kontakt auf Seewerkalk liegend. Er wird beidseitig von Flysch umgeben, der die „Faune miraculeuse du Londinien“ *(Mayer-Eymar)* enthält. (Vergl. Säntiskarte 1:25 000 von *Albert Heim* 1905, „Beiträge“ Lfg. 16 und Atlas Taf. 4 Pr. 22.)

24. Wageten-Kette
(unterste helvetische Decke).

Als letzte Gebirgsgruppe betrachten wir die Wageten[3]), jenes von allen übrigen Gebirgsteilen vollständig abgetrennte Deckenstück, das sich steil am Molasse-Nagelfluhgebirge aufbäumt. Es liegt westlich der Linth und zieht sich vom Köpfenstock im Westen bis nach Oberurnen im Osten — und der isolierte klippenartige Kapfenberg[4]) bei Weesen ist noch ein zugehöriges Glied.

Die Bürgenschichten sind an der Wageten vollkommen entwickelt und liegen mit scharfer Grenze auf Seewerkalk (Turon). Die Facies stimmt höchst überraschend mit der Bürgenfacies des Vierwaldstättersees und des Kistenpasses (autochthon) überein. Vor allem überraschen die von dort bekannten braunen Complanatakalke. Als besondere Facies tritt neu auf die von *Burckhardt*[5]) untersuchte „Gastropodenfauna“.

[1]) Vergl. *Arnold Heim:* Der westliche Teil des Säntisgebirges. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz n. F. Lfg. 16 1905 p. 315, Fig. 1.

[2]) Vergl. *Albert Heim:* Geologische Karte 1:25000 „Säntisgebiet“. Beiträge z. geol. K. d. Schweiz n. F. Lfg. 16, 1905; p. 66 des zitierten Beitrages „Das Säntisgebirge“.

[3]) Vergl. geol. Karte 1:50000 von *C. Burckhardt.* Beiträge n. F. Lfg. II 1893.

[4]) Vergl. geol. Karte 1:25000 der Gebirge am Walensee; Bern, *Francke,* 1907.

[5]) *C. Burckhardt:* Kreideketten nördlich des Klöntals. Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz n. F. Lfg. V, 1896, p. 93—94.

Ernst Blumer[1]) hat das erste richtige Wagetenprofil gezeichnet und damit auch die stratigraphisch-tektonische Lage des Eocaens klargelegt.

Als ich 1906 die Wageten besuchte, unterliess ich leider, Handstücke zum Bestimmen der Nummuliten mitzunehmen. Herrn *J. Oberholzer* in Glarus verdanke ich die Zusendung einiger Handstücke, sowie wertvolle briefliche Mitteilungen, die ich mit meinen Bestimmungen ergänzt folgen lasse [2]), von unten:

„a) Direkt auf Seewerkalk liegend 40 m glauconitreicher, sehr dunkel rostig anwitternder Kalk, sehr reich an im Querschnitt langgestreckten, schmalen Nummuliten, offenbar vorwiegend Assilinen **(Assilina exponens)**".

„b) Übergangsbildung zwischen dunkelm, glauconitreichem Kalk und licht bräunlichgrau anwitterndem, inwendig bläulichgrauem Kalk. Der glauconitreiche Kalksandstein wiegt an Masse anfänglich vor und durchzieht in unregelmässigen Bändern und Nestern den helleren Kalk. Das dunkle und das helle Gestein sind gedrängt voll schmaler Nummuliten, wahrscheinlich vorwiegend Assilinen. Mächtigkeit 3—4 m."

„c) Vorwiegend licht bräunlich grau anwitternder, inwendig blaugrauer Kalk. Das Gestein ist von einzelnen, einige cm dicken Lagen eines rostig braun anwitternden Sandsteins durchzogen, der an der Oberfläceh zahlreiche Quarzkörner (meist 1 mm) zeigt. Mächtigkeit 4—6 m". Es enthält:

Nummulina complanata Lam.,

sehr schöne Exemplare, oft parasitär durchlöchert. Dimensionen: 50 × 5; 50 × 4; 50 × 3,5; 27 × 3,2 mm etc. Rand meist rund, Windungen 30—45; sehr häufig.

N. helvetica Kaufm.,

sehr schön, Zentralkammer mächtig, meist 1—1,6 mm Durchmesser. Dimensionen: 6 × 2; 6 × 1,8; 5 × 1,8; 4,5 × 2; 5,5 × 1,3; 4 × 1,9; 3,5 × 2 mm etc. Windungen 4—5; zu tausenden.

N. uroniensis sp. n., megasphärisch.

Orthophragmina Archiaci Schlumb. (?) oder megasphärische Generation von **O. discus**?

O. Pratti Mich.?

„d) Kalk mit vielen dunkel anwitternden, quarzkörnerreichen Leisten. Ziemlich arm an Nummuliten; grosse Nummulinen nur noch vereinzelt; vorwiegend kleine schmale Formen. Mächtigkeit 1,5 m. Übergang zu"

„e) Glauconitreicher Kalk, im untersten Teil noch mit Quarzkörnern, oben ohne solche. Mächtigkeit 1 m. Ich sah in dieser Bank keine Nummu-

[1]) *Ernst Blumer:* Zur Kenntnis des helvetischen Alpennordrandes. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1906, p. 477.

[2]) In der später folgenden Haupt-Tabelle ist diese Gliederung zusammengefasst und gekürzt wiedergegeben.

liten, dagegen einen **Pecten** und einige **Spondylus.** — Die Gastropodenfauna, die *Burckhardt* am Köpfler gefunden hat, gehört wahrscheinlich den beiden Stufen d und e an". (Basis der Pektinitenschiefer??)

„f) Kompakte, unvollkommen schiefrige, etwas sandige und glauconitische, grünlich gelb anwitternde Mergel ca. 1 m". (Niveau der Pektinitenschiefer.) — Übergang

„g) Gelblichgrau anwitternde Flysch-Mergelschiefer".

Die Schichten a—f (10—15 m mächtig) sind mit einander zu einer Einheit verbunden und entsprechen den Bürgenschichten.

C. Burckhardt hat die Stratigraphie infolge einseitiger Anwendung der paläontologischen Methode nicht richtig beurteilt. Er unterscheidet von oben:

2. Flysch.
1. Parisien in a) Gastropodenfacies, b) Bivalvenfacies.

Allein seine „Bivalvenfacies" vom Muttstein ist wohl nichts anderes als Nummulitenkalk im Flysch; die „Gastropodenfacies" hingegen ist eine gastropodenreiche Facieslage in den stratigraphisch tieferen Pilatusschichten. Die Gastropodenschichten der Köpfenalp haben nur etwas facielle Änlichkeit mit dem stratigraphisch höher liegenden phosphoritischen Fossilhorizont von Steinbach bei Einsiedeln

Die massenhaft auftretende **Nummulina complanata** der Wageten wird von *Burckhardt* nicht erwähnt, dafür aber **„N. planulata"**, zu der ich ein ebenso grosses Fragezeichen setzen muss, wie zu **N. indermedia** (nach Baltzer). Ausserdem haben die Schichten der sog. „Bivalvenfacies" des Längeneggtälchens nordwestlich oberhalb des Klöntalersees mit dem Muttstein nichts zu tun, sondern sind nichts anderes als Pilatusschichten der Axendecke — die direkte Fortsetzung der beschriebenen Schichten von Sisikon.

Rückblick.

Wir haben unseren ersten intermittierenden Rundgang durch die Pilatusschichten der Schweizeralpen beendigt, indem wir an der Wageten wieder zum Faciestypus des autochthonen Kistenpasses[1]) zurückgekehrt sind, von dem wir ausgegangen waren. Damit ist die zwar noch unvollständige Grundlage zur Integration gegeben, die in späteren Abschnitten versucht werden soll.

[1]) Durch diese überraschende Faciesübereinstimmung scheint mir die von verschiedenen Geologen (*M. Lugeon, J. Oberholzer, E. Blumer, Arn. Heim*) vielfach erwogene tektonische Frage der Deckenstellung der Wageten gelöst zu sein: es ist nicht die Mürtschenfacies, sondern ein ursprünglich noch nördlicherer Faciestypus. Die Wageten ist somit ein Stirnstück der tiefsten helvetischen Decke.

C. Die Flyschgruppe.

Allgemeines.

„Wir haben hier eine polymorphe, sehr mächtige, weit verbreitete und an Fossilarten reiche eocaene Gruppe vor uns“, schreibt *Kaufmann* von seinem unteren Flysch (l. c. 1872, pag. 160). Und doch wird die Flyschgruppe von vielen Forschern bis zur Gegenwart — abgesehen von Fucoïden — als fossilfrei und daher von nicht näher bestimmbarem Alter angesehen. In der Tat aber ist, wie *Kaufmann* in den Beiträgen, Lfg. 11, 14 und 24 nachweist, die Flyschgruppe ausserordentlich reich an marinen Petrefakten. Insbesondere gilt dies für die Nummulitenkalk- und Grünsandeinlagerungen der zentralen und östlichen Schweizeralpen.

Als Seltenheit beschreibt *de la Harpe* (1884)[1]) zwei neue Nummulitengenerationen: N. Partschi und Oosteri, aus dem Flysch vom Gurnigel. Und ohne zu wissen, dass alle die unzähligen Nummuliten von Einsiedeln, Flibach usw. aus der Flyschgruppe stammen, erwähnt er 1881[2]) in besonderem Abschnitt seines Werkes über die schweizerischen Nummuliten die seltenen Nummuliten aus dem Flysch.

Da die grundlegenden Abhandlungen *Kaufmann's* von den meisten Tertiärgeologen wenig beachtet worden sind, gebe ich im folgenden ein Zitat von 1872 („Beiträge“ Lfg. 11, p. 162/163) wieder; denn eine bessere Beschreibung kann ich heute, nach 36 Jahren, nicht geben.

„Die nördliche Flyschzone, welche sich der Pilatuskette entlang fortzieht, die Molasse vom Kalkgebirge scheidend, hatte bisher ausser dem, was der Schiefer an Foraminiferen und Fucoïden darbietet, weder Petrefakten noch Kalk- oder Grünsandsteineinlagen geliefert. Nun fanden sich in dem zwischen der grossen und kleinen Emme gelegenen Stück etwa zwölf Petrefaktenlager, meist von zahllosen Nummuliten, Orbitoiden, Heterosteginen, Operculinen strotzend, unter denen man viele der Formen des früher beobachteten Foraminiferenflysches wieder erkennen konnte. Gastropoden und Bivaloen kamen selten vor. Auch diese Lager haben das eigentümliche, dass sie selten mehr als drei Fuss mächtig sind und sich nach einem Verlaufe von 100—200 Fuss gewöhnlich wieder verlieren. Es sind meistens

[1]) *De la Harpe:* Notes sur les Numm. Partschi et Oosteri. Bull. Soc. Vaudoise Sc. nat. 1884,

[2]) *De la Harpe:* Etude des Nummulites de la Suisse. Mém. Soc. Pal. Suisse 1880 Vol. VII. pag. 84.

thonige, graue Kalkbänke, rauh und knorrig, vom Aussehen der grauen Lowerzerkalke, bei etwas zunehmendem Thongehalte leicht verwitternd, so dass die Petrefakten herausfallen und zu Hunderten aufgelesen werden können. Nicht selten ist ein solches Kalklager auf der einen oder andern Flanke mit einer harten Bank von grauem Sandstein (Macigno) verschmolzen, wobei man sieht, wie die Petrefakten sich allmählich einstellen und der Kalkgehalt schnell zunimmt. Das wirkliche Anstehen, die Einlagerung in den aus Schiefer und Sandstein bestehenden Komplex, selbst der allmähliche Übergang in Schiefer oder in Sandstein — dies alles liegt klar und offen am Tage. Die Petrefaktenlager befinden sich ferner nicht etwa in einer oder mehreren bestimmten Zonen, derart, dass die mehrfache Wiederholung dieser Lager bloss auf Faltung, Zerreissung, partieller Denudation u. dgl. beruhen könnte, sondern sie sind über das ganze bezeichnete Stück der grossen Flyschzone inselartig und unregelmässig verteilt. In den Umgebungen von Risetenalp (rechts von der Entle) kommen auch Konglomeratbänke vor, im Foraminiferenschiefer eingebettet" etc.

Die verschiedenen petrefaktenreichen Nummulitenkalke von Steinbach bei Einsiedeln hat *Kaufmann* ebenso richtig als primär im Flysch liegend erkannt und schreibt darüber in einer Anmerkung (l. c. 1872, p. 164).

„Dass die verschiedenen Kalkriffe daselbst (Steinbach) sowohl auf der rechten wie linken Talseite (Sihltal), im Schiefer eingelagert sind, lehrt der Augenschein unmittelbar; es hat sich nun aber ferner gezeigt, dass diese Schiefer die den Rigischichten eigentümlichen Foraminiferen enthalten, so dass, wenn man die ursprünglich horizontale Lage in Gedanken wieder herstellt, die Kalkbänke auf Forminiferenschiefer zu liegen kommen und wieder von solchem bedeckt, also mit ihm von gleichem Alter sind."

Ich könnte noch viele Seiten solcher trefflicher Beobachtungen zitieren, die dem objektiven Forscher nicht entgehen konnten[1]), die aber sonst in allen späteren Klassifikationen unberücksichtigt geblieben sind.

So bleibt mir im folgenden nur noch übrig, einige neue Beobachtungen besonders über die östlichen Schweizeralpen hinzuzufügen, dann eine übersichtliche Zusammenfassung nach neueren Methoden zu versuchen und eine von *Kaufmann* gänzlich verschiedene Ansicht in bezug auf das Alter des sog. „Rigiflysches" zu begründen.

[1]) Schon *Arnold Escher* war dieser Auffassung.

Nordseite des Aarmassivs, autochthon.

1. Ragaz am Rhein.

Geht man von der Eisenbahnstation Landquart über die Tardisbrücke, so trifft man beim Kirchlein Mastrils mit Streichen E 15° N und Fallen 50° S einen blätterigen, durch starke Sericitisierung silbergrau glänzenden Mergelschiefer des unteren Flysch.

Geht man südlich den Wegen entlang, so sucht man vergeblich die auf der Karte von *Piperoff*[1]) auf 400 m breiter Zone eingezeichneten Nummulitenschichten am Kontakt mit Seewerkalk. Die Aufschlüsse sind sehr ungünstig, die Schichtlage überall verkehrt — ich konnte im einzelnen zu keiner Klarheit gelangen.

Geht man vom Kirchlein nördlich, so folgen bis zum Bach bei der Tardisbrücke im ganzen in gleicher verkehrter Schichtfolge hellgelblichgraue Mergelschiefer, ca. 150 m, die mit Salzsäure stark aufbrausen und voll dunkler Körnchen, wohl Globigerinen, sind. Auf dieser Strecke hat keine nennenswerte Dynamometamorphose eingegriffen; der „Körnchenschiefer" sieht genau so aus wie derjenige der unteren und mittleren helvetischen Decken und entspricht mit dem vorher erwähnten Sericitschiefer zusammen dem **Stadschiefer** *Kaufmann's*.

Nördlich des genannten Baches folgen als nächst jüngere Schichten wieder ca. 100 m wenig sericitisierte Mergelschiefer mit dünnen, kalkigen Linsen, ca. 70° steil südsüdöstlich fallend.

Dann gelangen wir an der Strasse nach kurzer, sumpfiger Unterbrechung der Aufschlüsse an den wilden Flysch-Felskopf bei Punkt 521 der Karte 1 : 50 000. Nur die jugendliche Erosion des Rheines konnte im Flyschmergel solche Abstürze zustande bringen. Der von *Piperoff* eingezeichnete Nummulitenkalkzug reicht nicht bis an den Felsvorsprung hinaus, es wäre denn, dass die etwa 10 m mächtige, mikrokrystallin marmorisierte Kalkplatte auf der Südostflanke sich bei geringerer Metamorphose als Nummulitenkalk herausstellte. Der Flysch ist am Felskopf etwa 150 m mächtig entblösst, immer mit gleichem 65—80° SSE-Fallen; es ist ein mergeliger Kalkschiefer bis schwarzer Thonschiefer, nach glänzenden Sericithäuten wellig spaltend, teilweise gefältelt und zerknittert. Die schwarzen Thonhäute sind grösstenteils durch Entmischung bei der Metamorphose bedingt[2]).

[1]) Vgl. *Piperoff:* Geol. Karte des Calanda. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Lfg. 37, 1897.

[2]) Die gleiche Erscheinung der Entmischungshäute habe ich vom Säntisgebirge eingehend beschrieben (Säntis-West, „Beiträge" n. F., Lfg. 16, 1905, p. 466—484, 504—507). Meine seitherigen, weiter ausgedehnten Untersuchungen können wieder das Resultat bestätigen, dass die Bildung von thonigen Entmischungshäuten überall zu finden ist, während eine Sericitisierung, wie wir sie hier am Rhein im autochthonen Flysch vorfinden, in den weniger belasteten helvetischen Decken bisher nirgends beobachtet worden ist.

Es folgen nun weiter nordwestlich, ca. 2 km weit, an der Strasse keine Aufschlüsse. Dieser Strecke entsprechen in der Höhe Felswände von Flysch, nach der Karte von *Piperoff* mit Einlagerungen von Nummulitenkalken (St. Margretenberg), einer Mächtigkeit von etwa 1000 m entsprechend. Ich habe sie noch nicht näher untersucht.

Dann gelangt man an der Strasse bei Loch an die bekannten grossen Steinbrüche von Nummuliten- und Lithothamnienkalk (sog. „Ragazer Marmor"). [1])

An dem Berg oberhalb der Steinbrüche, auf dem Pfäfers liegt, sieht man deutlich vier verschiedene graue, schroff abstürzende Nummulitenkalkfelsen aus dem Wald hervortreten, die als Ganzes und unter sich im Flysch eingelagert sind und als primäre Einlagerungen betrachtet werden müssen. Die Schichtlage ist immer noch ähnlich, nur etwas flacher (20—30°) südsüdöstlich fallend.

Die zwei Hauptsteinbrüche, die voll im Betrieb sind, gehören zwei verschiedenen Kalklagen an, die ich wegen ihrer verschiedenen Facies getrennt besprechen muss.

1) Die südlichere, hangende, wohl ältere, ist ca. 25 m mächtig. Der obere Teil, ca. 15 m, ist ein massiger, inwendig dunkelgrauer Nummulitenkalk mit viel Echinodermenbruchstücken; der untere Teil ist ein deutlich geschichteter, inwendig fast schwarzer, klingender Echinodermenkalk, etwas flaserig, bricht nach rauhen, schwarzen Häuten, ist arm an grösseren Nummulitiden, enthält dagegen häufig kleine Orthophragminen. In beiden Teilen ist Glauconit nur spärlich und nur als hellgrüne Ausfüllung der Foraminiferenkammern vorhanden.

Ich fand die folgenden Arten:

Nummulina complanata Lam.,
typische, schmale und mitteldicke Form, bis 4 mm Durchmesser und var. **minor** bis 25 mm Durchmesser auf 2,5—3 mm Dicke; prächtig erhalten, massenhaft.

N. Murchisoni Brunn. und zwar var. **minor** und **major** de la H.,
bis 20 mm Durchmesser, typisch, prächtig erhalten, massenhaft.

N. Heeri de la H., typisch, massenhaft.

N. atacica Leym. (?),
typische Querschnitte, nicht sehr häufig.

---

[1]) Die geol. Karte 1:50000 von *Piperoff*, „Beiträge" 1897, die zu vergleichen ist, ist schematisch gehalten und die 4—5 verschiedenen Nummulitenkalkeinlagerungen im Flysch zusammengefasst.

N. sp. Gruppe der **N. perforata** auct., granuliert, selten; ferner kleine unbestimmte Formen.

Assilina granulosa d'Arch. var. **minor,**
aber auch bis 15 mm Durchmesser, typisch, schwach oder fast gar nicht granuliert, in einzelnen Lagen massenhaft.

Assilina Leymeriei d'Arch. et H.

Orthophragmina Archiaci Schl. (?)

O. Pratti Mich. (?)

Die schönsten Nummuliten mit massenhaft **N. complanata** var. **Dufrenoyi** grosse Form, und **N. Murchisoni-Heeri** fand ich in Blöcken im nördlichen Teil dieses Steinbruches in einem etwas schieferigen, grünlichen glauconitischen Kalk, die vom hangendsten Teil des Nummulitenkalkzuges heruntergefallen zu sein scheinen. Die Nummuliten spalten mit Vorliebe nach der Medianebene (vergl. Taf. VI).

2) Die nördlichere, liegende Bank, von der ersten wahrscheinlich durch Flyschmergel getrennt, aber die Zwischenlage mit Schutt verdeckt, ist ein **Lithothamnien-Riffkalk** von 12—15 m Mächtigkeit, und liegt sichtbar auf Flyschmergel. Es ist ein feinkörniger, dunkelgrauer Kalk, in groben Bänken geschichtet. Auf dem frischen Bruch sind die Lithothamnien nicht leicht zu sehen, wohl aber auf angewitterter und noch besser auf polierter Fläche.

Einzelne Bänke bestehen fast ausschliesslich aus dicht gedrängten Lithothamnienknollen, **Lithothamnium nummuliticum** Gümb. von Haselnuss- bis Faustgrösse (grösste beobachtete Knolle = 10 cm Durchmesser). In einzelnen Bänken sind alle Knollen klein, andere sind aus besonders grossen zusammengesetzt und erscheinen wie ein Riesenoolith.[1]) Nummuliten sind einzeln zerstreut und treten erst deutlich, ja auffällig weiss auf schwarzem Grunde auf der polierten Fläche hervor. Im Physikgebäude Zürich befinden sich über 50 geschliffene Lithothamnienkalk-Säulen aus dem genannten Steinbruch, und dort konnte ich mit der Lupe die folgenden Foraminiferen bestimmen:

Nummulina irregularis Desh.,
α) typische, grosse Form, 25 × 1,5 mm, am Rand oft dicker als in der Mitte, sehr häufig;
β) var. cf. **formosa** de la H., 29 × 3,5 mm mit ca. 9 Windungen, (Übergangsform zu N. complanata?), selten!

[1]) Wenn ich mich nicht irre, wird dieser Lithothamnienkalk zuerst von *J. Früh* erwähnt (Anleitung zu geol. Beob. etc., Jahresber. d. nat. G. St. Gallen pro 1895—96, 1897; p. 291).

Nummulina distans Desh.,
dicke, grosse, typische Form, bis 28 × 9 mm bei 18 Windungen, auch noch dickere Formen von 25 × 11 mm mit ca. 20 Windungen; häufig von Parasiten durchlöchert, ziemlich häufig.

Nummulina cf. Tchihatcheffi d'Arch.,
megasphärische Form von N. distans, 3 × 1,5 mm bei 4—5 Windungen, massenhaft.

Orthophragmina sp. ind.,
in einzelnen Lagen ziemlich häufig gepfeilerte Formen.

Die Verschiedenheit der Faunen in den einander überlagernden Bänken der beiden Steinbrüche ist sehr auffällig. Sie ist die Folge der Faciesverschiedenheit beider Lager. Im Lithothamnienkalk fehlen **N. complanata, Murchisoni-Heeri, atacica** und **Assilinen,** dafür treten hier die im südlichen Steinbruch nicht gefundenen **N. irregularis** und **distans** an die erste Stelle.

Beide Kalklager zeichnen sich durch die auf Bruch und Politur auffällig schwarze Farbe aus, die wohl von reichlichem fein zerteiltem Bitumen herkommt und besonders in den unteren Lagen des südlichen Steinbruches zu primärer Ausscheidung schwarzer Häute geführt hat. So dunkle Nummulitenkalke habe ich sonst nirgends gesehen; am nächsten stehen ihnen in der Facies noch die entsprechenden Nummulitenkalklagen im autochthonen Flysch bei Spiringen-Uri.

Südlich und westlich Ragaz sind nach Mitteilungen meines Vaters im Flyschschiefer Bänke von Taveyannazgestein und Sandstein eingelagert. Über die Schichtfolge ist noch nichts festgestellt, doch vermute ich aus Analogie mit dem Glarner Flysch, dass es die tieferen Flyschschichten sind, die durch Auffaltung wieder an die Oberfläche gelangen. Eine nähere Untersuchung sollte notwendig an Hand genommen werden.

2. Sernftal (Kt. Glarus).

Infolge der vielen Repetitionen durch meist unübersichtliche Faltungen und Fältelung bietet der gewaltige Flysch des Sernfgebietes (Matt-Elm) dem stratigraphischen Studium grosse Schwierigkeiten. Indessen hat Herr Prorektor *Oberholzer*[1]) in Glarus im Herbst 1908 eine genaue Kartierung und Gliederung des autochthonen Glarner Flysches vorgenommen, die grössten Rätsel gelöst und mir

---

[1]) Die geologische Karte 1:50000 des Linthgebietes von *J. Oberholzer* ist im Druck und wird 1909 erscheinen.

seine Resultate mitgeteilt, die ich neben der Besprechung eigener Beobachtungen im folgenden verwerten darf.

Die Flyschabteilung des Blattengrates (mittlerer Teil des Glarner Flysches).

1. Tschingelnschlucht bei Elm.

Diese mittlere Flysch-Abteilung kann besonders auf dem Segnes-Passweg [1]) in der Tschingelnschlucht südlich Elm studiert werden. Es sind 500—1000 m mächtige, in der Regel südöstlich fallende und von gleichsinnigem Clivage durchsetzte Mergelschiefer, meist gar nicht oder wenig dynamometamorph sericitisiert. Die Schiefer sind ebenflächig, in feinste Blätter spaltbar, hellgrau bis schwarz, vom Faciestypus der Stadschiefer. Gelbbraun angewitterte Nummulitenkalke sind mehrfach (mindestens 4 mal) normal eingelagert. In der Tschingelnschlucht trifft man zwei Hauptlager, in denen jedoch die Foraminiferen schlecht erhalten sind: kleine granulierte Nummulinen, vermutlich **N. gallensis** sp. n. und **Orthophragminen.**

Dagegen findet man weiter unten besser erhaltene Gross-Foraminiferen in Blöcken. Sie enthalten **Nummulina distans** [2]), **Orthophragmina Archiaci**; grosse **Orthophragmina** (Gruppe der **O. discus**), in einzelnen Blöcken massenhaft, bis 40 mm Durchmesser. Daneben liegen aber auch einzelne Blöcke von exotischen Breccien aus dem höheren Wildflysch.

2. Alp Falzüber.

Von der unmittelbaren nordöstlichen Fortsetzung der Nummulitenkalklagen der Tschingelnschlucht sendet mir Herr *Oberholzer* ein Handstück aus dem obersten Teil der Zone der Mergelschiefer, dicht unter dem typischen Wildflysch (vergl. Fig. 11, p. 79). Es ist ein schieferiger, fein glimmersandiger Kalk mit megasphärischen kleinen Assilinen und häufigen

Nummulina gallensis sp. nov., megasphärische Generation, von 3—4 mm Durchm.

3. Blattengrat.

Weiter nordöstlich lassen sich die Mergelschiefer mit Nummulitenkalklagen nach dem Blattengrat verfolgen. Von dort (Alp Trosgi und Camperdun) erhalte ich von Herrn *Oberholzer* Handstücke von braun angewittertem, inwendig dunkelgrauem, feinkörnigem, zoogenem Nummulitenkalk mit prächtig angewitterten Nummuliten:

[1]) Vergl. *Albert Heim:* Blatt XIV 1 : 100,000 geol. und „Beiträge" Lfg. 25, 1891, Taf. II, Profil 13.

[2]) Diese Blöcke mit N. distans stammen möglicherweise aus dem jüngeren Wildflysch.

Nummulina atacica Leym. (= Biarritzensis),
Dimensionen 7 × 2,8 ; 8,2 × 3,5 ; 8,5 × 4 ; 8 × 4,5 mm; Durchmesser bis 11,5 mm; scharfer Rand, Querschnitt spitzbogenförmig, 8—10 Windungen, sehr häufig.

N. Guettardi d'Arch. et H.,
Dimensionen 2 × 1 ; 1,5 × 1 mm ; Zentralkammer klein, bis 0,7 mm, 4—5 Windungen ; zu tausenden.

N. Murchisoni Brunn. var. **major** de la H.,
ein typisches Exemplar von 15 × 2,6 mm mit 4 Windungen.

Assilina granulosa d'Arch.,
typisch, mittelgross. Dimensionen : 12 × 1,6 ; 15 × 1,2 ; 15 × 1,7 mm ; granuliert, meist dickwandig, massenhaft.

A. Leymeriei d'Arch. et H.,
Dimensionen : 5 × 0,8 ; 4 × 0,7 mm etc. bei 4 Windungen. Zentralkammer 0,3 mm, sehr häufig.

Orthophragmina Archiaci Schlumb.,
α) typisch, gewöhnliche Grösse, z. B. 7 × 1 mm,
β) var. **major** n., z. B. 17 × 2,4 mm, grösster Durchmesser 18 mm (gleiche Varietät wie am Flibach-Reservoir).

4. Weisstannental.

Die Zone der Mergelschiefer mit Nummulitenkalklagen der Tschingelnschlucht bei Elm und des Blattengrates setzt sich weiter nordöstlich fort im Weisstannental, was bereits durch meinen Vater[1]) 1891 festgestellt wurde und Herr *Oberholzer* bestätigt. Herr cand. geol. *Tolwinski*, der die grauen Hörner bearbeitet, übergab mir eine Serie von Handstücken aus dem Nummulitenkalk im Flysch gegenüber der Kloster-Alp bei Weisstannen. Gestein und Fauna stimmen vollkommen überein mit dem des Blattengrates. Neben den oben genannten Foraminiferen fallen besonders auf:

Nummulina atacica Leym. var. **crassissima** n.,
mit dicker Spirallamelle, abnehmender Windungsbreite gegen den Rand der grösseren Exemplare, mäandrisch verbogenen Leisten (filets contournés), Rand rund oder spitzbogenförmig. Hie und da Zentralpfeiler, sonst pfeilerlos. Neben der gewöhnlich dicken Form ist diese ausserordentlich dicke Varietät vorhanden, die ich sonst noch nirgends aus der Schweiz kenne ; Dimensionen in mm (W = annähernde Zahl der Windungen) : 8,5 × 5 (W_{11}) ; 8,5 × 6 (W_8) ; 9 × 5 ; 9,5 × 4,5 ; 10 × 5,5 (W_9) 10,5 × 4,6 ; 11 × 5 ; 11 × 3,5 ; 11 × 4,5 (W_{11}) ; 12 × 6 ; 12 × 7,5 (W_{18}) ; 13 × 5,7 usw. Verhältnis von Dicke zu Durchmesser = 1 : 3,2 bis 1 : 1,4.

---

[1]) *Albert Heim:* Geol. d. Hochalpen zwischen Reuss und Rhein ; Beiträge z. geol. Karte der Schweiz. Lfg. 25, 1891 und Blatt XIV geol. 1 : 100 000.

Die megasphärische Begleitform **N. Guettardi** ist noch vielmal häufiger, gesteinsbildend.

5. Jätzalp südwestlich Elm.

Ausser den genannten Nummuliten des Blattengrates enthält ein Handstück von *J. Oberholzer* zwei kleine und ein grosses, dünnes Exemplar von

Nummulina complanata Lam. (ca. 45 + x × 2,5 mm).

Die Nummulitenkalklagen des Blattengrates scheinen zu den konstantesten und am weitesten verfolgbaren zu gehören, die im Flysch der Schweizeralpen eingelagert sind. Ob sie jünger oder älter sind als die beschriebenen Steinbrüche von Nummuliten-Lithothamnienkalk bei Ragaz, ist noch nicht festgestellt. Sicher scheint mir nur, dass beide in die Gruppe der Einsiedlerschichten fallen.

Der Wildflysch (oberer Teil des Glarner Flysches).

Wir kehren wieder in das Gebiet von Elm zurück. Nach den Funden von Herrn *Oberholzer* ist die Flyschabteilung des Blattengrates auf der Südseite des Ramintales zweifellos von einer ungeheuer mächtigen Zone von **Wildflysch** überlagert. Aus diesem Wildflysch stammen die bis jetzt vereinzelt bekannten **exotischen Blöcke** des Ramintales, die *A. Escher von der Linth* gefunden hatte[1]). Herr *Oberholzer* findet nun nicht nur vereinzelte exotische Blöcke, sondern deren Tausende, und zwar eingelagert als eckige Brocken von verschiedensten Grössen bis 200 m^3 (Quarzit) in dem typischen Wildflysch, wie ihn *Kaufmann* aus der Gegend von Habkern bei Thun beschrieben und benannt hat und wie ich ihn in der Gegend von Amden wiedergefunden habe. Besonders häufig sind polygene Breccien, Quarzite, Granite, Gneisse, Glimmerschiefer, während basische Silicatgesteine nicht gefunden wurden. Es würde zu weit führen, näher auf das Problem des Wildflysches[2]) und der exotischen Blöcke einzutreten. Herr *Oberholzer* wird selbst in seiner Monographie des Kantons Glarus näher auf diese Fragen eintreten. Von besonderer Wichtigkeit für die Altersfrage ist die durch Herrn *Oberholzer* festgestellte Tatsache, dass (ebenso wie bei Habkern und Amden) im Wildflysch, d. h. der im Flysch des Sernfgebietes jüngsten Flyschabteilung, primär Nummulitenkalke eingelagert sind. Herr *Oberholzer* schrieb mir am 24. IX. 1908 darüber folgendes:

[1]) Vgl. *Arnold Heim:* Zur Frage der exotischen Blöcke etc., Eclogae geol. helv. 1907, p. 413—424.

[2]) Vgl. auch *Arnold Heim:* Über recente und fossile subaquatische Rutschungen. Neues Jahrb. f. Min., G. u. P. 1908/09; Abschnitt Wildflysch.

„Die Wildflyschzone („Grünenspitz—Foostöckli—Foopass—Werralp—Sardona—Falzüber“ etc.) enthält fast überall Bänke von Nummulitenkalk, die sich petrographisch — vielleicht auch durch ihre Fauna — zum Teil von denjenigen der Stufe b (Blattengrat) unterscheiden. Sie müssen unbedingt zum Wildflysch gehören, denn sie stecken ganz im Innern desselben. Dazu gehören z. B. die schon längst bekannten Nummulitenbänke nahe unter dem Lochseitenkalk des Kärpfgebietes. Wenn dieser Nummulitenkalk auch eocaen ist, woran kaum zu zweifeln ist und meine stratigraphische Aufstellung richtig ist, so muss die ganze Flyschmasse von Sernftal und Linthtal, also auch die Dachschiefer mit ihren Fischen, eocaen sein.“

Unter dem Material, das mir Herr *Oberholzer* aus dem Wildflysch zusandte, konnte ich folgende Foraminiferen erkennen:

1. Nummulitenkalk im Wildflysch von **Kühbodenalp (Kärpfgruppe).**

Gestein zoogen, massig, mit Echinodermentrümmern, bräunlich angewittert, reich an $Fe S_2$; enthält massenhaft grosse Nummuliten:

Nummulina distans Desh.,
Dimensionen: 23 × x; 22 × 5,5; 22 × 2,6; 20 × 3,8 mm, massenhaft.

N. Tchihatcheffi d'Arch., mit 2—4 mm Durchmesser.

N. cf. irregularis Desh.,
Übergangsform von N. distans zu N. irregularis?, z. B. 14 × 1,7 mm bei ca. 5 bis 6 Windungen.

N. Murchisoni Brunn.,
3 typische Querschnitte, bis 18 × 1,5 mm.

N. atacica Leym. (= Biarritzensis), nicht selten.

N. Guettardi d'Arch. et H., massenhaft.

Assilina granulosa d'Arch. var **minor** n.,
gleiche Form wie am Flibach, bis 11 × 2 mm, sehr häufig.

A. Leymeriei d'Arch. et H.,
ebenso wie am Flibach, massenhaft.

Orthophragmina Archiaci Schlumb., häufig.

Orthophragmina sp., gross, z. B. 17 × 2,2; 20 × 2,2 mm, vielleicht die Kressenberger Art.

Seeigel-Steinkern.

2. Nummulitenkalk im Wildflysch von **Bischofalp (Kärpfgruppe)**
enthält die gleichen Gross-Foraminiferen, mit Ausnahme von N. Murchisoni,

die in den untersuchten Handstücken nicht vorliegt; dafür aber glaube ich noch zwei Bruchstücke als

N. complanata Lam. var. **minor**

ansprechen zu dürfen. Ausserdem ist vorhanden

Orthophragmina Archiaci Schl. var. **major** n. mit 18 × 2,2 mm.

3. **Bächikamm ob Linthtal.**

Auch die Fauna dieses sandigen, metamorph geschieferten Nummulitenkalkes im Wildflysch entspricht den obigen.

Alle diese Faunen stimmen überraschend überein mit denen von Einsiedeln, die ich als über der dortigen Haupt-Wildflyschmasse betrachte; es ist die Einsiedler Fauna im autochthonen Glarner Flysch. Auch wenn ich auf einzelne Nummulitenarten keinen Wert für die Altersbestimmung lege, so ist doch überaus klar, dass es sich weder um Obereocaen noch um Oligocaen, sondern allein um Mitteleocaen handeln kann. Damit ist bewiesen, dass der ganze Glarner Flysch eocaen ist.

Die Abteilung der Dachschiefer mit Sandsteinlagen — Matt-Engi (unterer Teil des Glarner Flysches).

Herr *Oberholzer* erlaubt mir, das Figur 11 von ihm aufgenommene Profil von der Ostseite des Sernftales wiederzugeben. Es verbreitet ein ganz neues Licht über die Flyschstratigraphie und ist das erste auf sorgfältiger stratigraphischer Beobachtung beruhende tektonische Profil des autochthonen Eogen überhaupt.

Dass die Dachschiefer (mit den bekannten Glarner Fischen) und Sandsteine die untere Abteilung der ganzen mächtigen Flyschgruppe bildet, ist damit festgestellt.

Betrachten wir nun das Hauptschieferlager am Plattenberg bei Ober-Engi, aus dem die in aller Welt bekannte und durch *A. Wettstein*[1]) meisterhaft beschriebene Fischfauna „des Glarner Schiefers“ stammt. (Es sind die Schichten links in Figur 11 auf der anderen Talseite.)

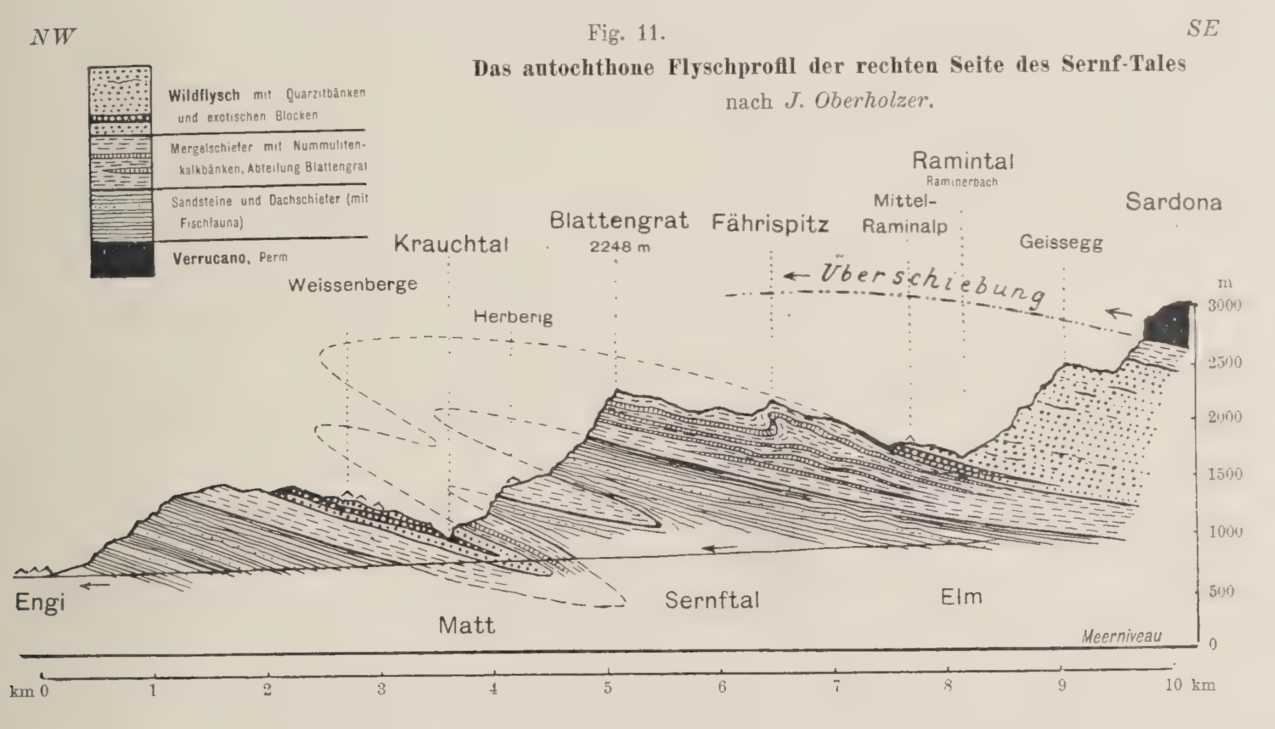
[1]) *Alex. Wettstein:* Über die Fisch-Fauna des tertiären Glarner Schiefers. Abh. d. schweiz. pal. Ges. Vol. XIII 1886.

Die Schichten fallen etwa 40° südöstlich. Es folgen von unten:

1) Eine ca. 5 m mächtige Lage von schwarzen, gleichmässigen Schiefern, die nach glatten, ebenen Schichtchen spalten und durch feine Glimmerschüppchen oberflächlich glitzern; sie enthalten die Fische. (Näheres in *Albert Heim* und *A. Wettstein.*)[1]) Darüber folgen ohne scharfe Grenze:
2) Ca. 5 m ähnliche Schiefer, die jedoch nicht abgebaut werden.
3) Ca. 6 m Mergelschiefer mit fein welliger Rippel-Oberfläche[2]).
4) Ca. 6 m feinsandiger Mergelkalk, faserig-schieferig, in kompakter Wand abgewittert.
5) 3 + x m grauer, grobkörniger, zäher Sandstein etc.

Fig. 11.

Das autochthone Flyschprofil der rechten Seite des Sernf-Tales
nach *J. Oberholzer.*



Das mikroskopische Bild eines Dünnschliffes durch den Fisch führenden Dachschiefer (1 des vorangehenden Profiles) zeigt in schwärzlichem, feinstkörnigem Thon reichlich eingelagerte feinste Muscovitglimmerschüppchen und kleine Plagioklaskörnchen mit eckigem Umriss.

---

[1]) *Albert Heim:* Mechanismus d. Gebirgsb. 1878. Bd. I, p. 76—81, 143—146, 208—212, und *A. Wettstein:* l. c. p. 7—16.

[2]) Solche feinste Rippel in Thonschlamm sind keineswegs, wie irrtümlich allgemein angenommen wird, ein Beweis für Wirkung des Wellenganges und geringer Meertiefe.

A. Rothpletz hat 1898[1]) das Bedauern ausgedrückt, dass bis zu seiner Arbeit „nicht einmal das Bedürfnis vorhanden war“, das Eocaen vom Oligocaen abzutrennen. Ohne Petrefaktenbestimmung[2]) und auf die unbrauchbaren Listen von *Mösch* 1881 verweisend, führt er die vermeintliche Gliederung durch, in bezug auf das Oligocaen auf das Resultat *Wettstein's* aufbauend. Doch bemerkt *Wettstein* selbst (l. c. p. 9) von der Wirbeltierfauna: „Bei dem vollständigen Mangel von anderen tierischen Versteinerungen kann man heute noch nicht mit Bestimmtheit das genaue Alter fixieren“ [3]).

Das eocaene Meer ist hier weder „buchtenartig in das alpine Festland eingegriffen“, noch sind im Oligocaen „diese Buchten allmählich versandet“. (*Rothpletz* l. c. p. 87.) Weiter will *Rothpletz* die Ansicht von *Albert Heim, Wettstein* und *Reis* korrigieren, dass die Fisch-Schiefer eine Tiefseebildung seien und spricht von den „Sturmwellen“, welche die Fische zerbrochen haben. Mit Recht hat *L. Rollier*[4]) dazu Stellung genommen. Von einer Sturmwelle kann in der Tat schon aus dem Grunde keine Rede sein, weil sich niemals im Brandungsgebiet so ungeheuer regelmässige Schichtchen aus feinstem Schlamm in grosser Ausdehnung[5]) absetzen. Ich halte die Fischschiefer für eine bathyale oder hyponeritische Bildung, auf relativ ruhigem Meerboden und mindestens einige Kilometer von der nördlichen Küste entfernt abgesetzt.

Allgemeines — Resultate.

Nach den Beobachtungen von *J. Oberholzer* und mir ist die ungeheure Flyschmasse des Sernfgebietes folgendermassen gegliedert, von oben:

---

[1]) *A. Rothpletz:* Das geotektonische Problem der Glarner Alpen. Jena 1898, p. 82—88.

[2]) Ferner beklagt sich *Rothpletz,* dass ihm die Petrefaktensammlungen von *Escher* im Polytechnikum Zürich „natürlich nicht zugänglich“ waren und dass dies doch gefordert werden könne. Er hat aber nie um Einsicht und Bearbeitung der wenigen *Escher'schen* Petrefakten angefragt. Das Beste von Petrefakten des Glarner Eogens sind ausser den bereits bearbeiteten Fischen von Engi die Nummuliten, die auf jeder Exkursion zu Hunderten gesammelt werden können. *Rothpletz* hat aber nichts davon bestimmt.

[3]) Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. *Jaekel* in Greifswald, verdanke ich die folgende briefliche Mitteilung: „Ich glaube, dass wir die Knochenfische des älteren Tertiärs noch herzlich schlecht kennen und möchte nach dem allgemeinen Charakter der Glarner Fauna nur sagen, dass sie offenbar von der Bolca-Fauna verschieden ist und vermuten, dass sie jünger ist als die Bolca-Fauna, wenn auch nur um ein geringes Mass. Übrigens waren alle Glarner-Fische, die ich gesehen habe, so undeutlich präpariert, bezw. erhalten, dass ich auf die bisherigen Speziesbestimmungen nicht viel Wert legen würde.“

[4]) *L. Rollier:* Les dislocations orogéniques des Alpes. Actes de la Soc. jurassienne d'Emulation 1906/1907, p. 188/189.

[5]) Wir werden auf die horizontale Ausdehnung noch zurückkommen.

IV. Wildflysch mit exotischen Blöcken und Quarzitlagen, über 1000 m mächtig, mit primären Nummulitenkalk-Einlagerungen in Form von „nicht weithin zusammenhängend verlaufenden Bänken, sondern mehr oder weniger zonenförmig angeordneten zerrissenen Bänken und unregelmässigen Klötzen" (*J. Oberholzer,* Brief vom 2. XII. 1908). Sie enthalten:

Nummulina distans, N. cf. irregularis, N. Murchisoni, N. atacica, Assilina granulosa, Orthophragmina Archiaci, d. h. die Einsiedler Fauna.

Die autochthone Wildflyschzone erstreckt sich vom Kärpfgebiet bis zum Heidelpass[1]), zwischen Weisstannen- und Calfeusertal, vielleicht noch weiter östlich.

III. Blattengrat-Schichten. Mergelschiefer mit Kleinforaminiferen und Nummulitenkalkbänken, die oft auf weite Strecken zusammenhängen. Mächtigkeit wechselnd, 0—500—1000 m. Die Nummulitenkalkeinlagerungen enthalten:

Nummulina atacica, N. gallensis, N. complanata, N. Murchisoni, Assilina granulosa, Orthophragmina Archiaci.

Herr *Oberholzer* schreibt mir von dieser Gesteinsstufe am 2. Dezember 1908 folgendes: „Überall, wo diese Schiefer mit den Nummulitenbänken auftreten, liegen sie zwischen der Sandstein-Dachschieferzone im Liegenden und dem knorrigen Wildflysch im Hangenden. Aber sonderbar bleibt, dass diese Schieferzone nur an einzelnen Orten entwickelt ist, an anderen aber ganz fehlt, so dass der knorrige Wildflysch direkt auf der Sandsteinzone liegt. So sind diese Schiefer auf den Weissenbergen ob Matt noch deutlich vorhanden; aber unterhalb Kühflitternalp ob Engi liegt der knorrige Wildflysch (mit krystallinen Brocken) direkt auf den Sandsteinen. Unter dem Kärpf auf Erbsalp liegt ebenso knorriger Wildflysch auf der Sandsteinzone; auf Bischof- und Entbächlialp schiebt sich zwischen beide wieder die gelbgraue Schieferzone ein, auf Kühbodenalp fehlt sie wieder, tritt aber auf Geisstalalp und Berglialp wieder in bedeutender Mächtigkeit und mit starken Nummulitenbändern auf, und bleibt nördlich von der Berglialp verschwunden". [2])

IIb. Abteilung der Dachschiefer und Sandsteine. Mächtigkeit ca. 500 bis 1000 m. Sie enthält, soweit bis jetzt bekannt, keine Gross-Foramini-

[1]) Herr cand. geol. *Tolwinski* zeigte mir zahlreiche Handstücke von exotischen Breccien vom Heidelpass, die mit denjenigen aus der Säntisdecke von Amden-Habkern petrographisch identisch sind.

[2]) Der auffällige Mächtigkeitswechsel lässt zur Zeit noch keine Gesetzmässigkeit erkennen. — Man kann an drei Möglichkeiten denken: 1. tektonische Reduktionen; 2. primäres Auskeilen; 3. Faciesvertretung durch Wildflysch. Die letzte Ansicht hat am meisten Wahrscheinlichkeit für sich.

feren, dagegen die reiche Fisch-Fauna der „Glarnerschiefer“ von Matt-Engi. *Wettstein* bestimmte die folgenden, nunmehr als Mittel-Eocaen festgestellten Arten:

Sclerodermi:
- **Acanthopleurus serratus** Ag.
- **Acanthoderma spinosum** Ag.

Clupeidae:
- **Clupea brevis** Ag.
- **Clupea dubia** *Wettst.*
- **Clupea megaptera** Bl.
- **Meletta Scheuchzeri** (Bl.) *Wettst.*

Scopelidae:
- **Scopeloides glaronensis** (Ag.) *Wettst.*

Gadidae:
- **Nemopteryx Troscheli** (v. R.) *Wettst.*

Berycidae:
- **Acanus longispina** *Wettst.*
- **Acanus Regley** Ag.
- **Acanus gracilis** v. R.

Percidae:
- **Podocys minutus** Ag.

Teuthidae:
- **Archaeoteuthis glaronensis** *Wettst.*

Trichiuridae:
- **Lepidopus glaronensis** (Bl.) *Wettst.*
- **Lepidopus brevicauda** (v. R.) *Wettst.*
- **Thyrsitocephalus alpinus** v. R.

Palaeorhynchidae:
- **Palaeorhynchus glaronensis** Bl.
- **Hemirhynchus Colei** (Ag.) *Wettst.*

Scombridae:
- **Echeneis glaronensis** *Wettst.*
- **Archaeus glaronensis** Ag.
- **Archaeoides longus** *Wettst.?*
- **Archaeoides logicostatus** v. R.?
- **Archaeoides macrurus** *Wettst.*
- **Palimphyes glaronensis** *Wettst.*
- **Isurus macrurus** Ag.

Cyttidae:
- **Cyttoides glaronensis** *Wettst.*

Fistularidae:
- **Fistularia Koenigi** Ag.

Das Alter der bisher als Oligocaen[1]) betrachteten Dachschiefer ist mit aller Schärfe als Eocaen festgestellt. Als normales Liegendes der Abteilung des Blattengrates und des Wildflysches mit Einsiedler Fauna kann es sich sogar nur um Mittel-Eocaen, Lutétien handeln.

Die Gesamtmächtigkeit des Flysch im Sernfgebiet beträgt ca. 2500 m. Die obersten Flyschschichten, die Äquivalente der Obwaldner Sandsteine, scheinen ganz zu fehlen. Vielleicht wurden sie im Glarnerland nie abgelagert, oder dann vor der neogenen Alpenfaltung wieder denudiert. Denkbar wäre aber auch, dass sie durch die obersten Partien des Wildflyschs faciell vertreten würden.

Die tiefsten Flyschschichten IIa und I, und deren liegendes, die Pilatusschichten, bleiben als autochthone Gewölbekerne im Sernftal unter der Oberfläche zurück. Dagegen finden wir diese in schönster Weise weiter südwestlich aufgeschlossen:

[1]) *E. Haug* (Géosynclinaux, Transgressions et régressions etc. B. S. G. F., 1900, p. 641) stellt sogar die „grès d'Elm“ zum Stampien = Rupélien, d. h. Ober-Oligocaen!

3. Kistenpass-Linthtal.

1. Kistenstöckli.

Die Auflagerung von grauen Mergelschiefern mit Kleinforaminiferen (Globigerinen) auf den p. 15—17 beschriebenen Bürgenschichten ist prächtig zu sehen am Piz Dartjas, 2784 m, und am Kistenstöckli, 2749 m[1]. Schon aus grosser Ferne sticht die bläulichgraue Farbe der Schiefer von den durch Glauconitgehalt rostiggelbbraunen Nummulitenschichten ab, die auf Seite 15—17 beschrieben und nunmehr als Bürgenschichten festgestellt sind. Der Übergang wird vermittelt durch feinsandige Pectinitenschiefer. Wir finden am Kistenstöckli über den Pectinitenschiefern in nahezu horizontaler, ungestört-normalmächtiger Lagerung von unten (vgl. S. 15):

1) 200 m blaugraue Mergelschiefer mit Globigeriniden (kleine, dunkle Körnchen) ohne Sandsteinbänke. Facies der Stadschiefer.
2) 100 m gleiche Mergelschiefer mit Sandsteinbänken. Diese Sandsteine sind feinkörnig, mehr oder weniger kalkhaltig, wenige dm bis 1 m dick, nach oben im ganzen dicker werdend, in Abständen von 5—20 m sich wiederholend; ich notierte 6 Haupt-Sandsteinbänke. In wilden Formen verwitterte, zackig vorragende, horizontale Sandsteinbänke bilden den merkwürdigen Flyschgipfel, 2749 m.

In Blöcken von sandigem Kalk, von der Gipfelpartie 2 heruntergefallen fand ich kleine, schlecht erhaltene Nummuliten, worunter ich jedoch nach Präparation

Assilina mamillata d'Arch.

feststellen konnte. Es ist dies der Flysch, den Rothpletz (l. c. 1898) als Oligocaen kartiert.

2. Muttensee.

Über dem Grenzsandstein[2] der Bürgenschichten, der die höckerige Hochfläche der Muttenseehütte bis zum Muttensee bildet, erhebt sich mittelbar die graue Schiefermasse mit Kleinforaminiferen, im oberen Teil wie am Kistenstöckli einzelne Sandsteinbänke einschliessend. Ich schätze sie auf ca. 150—200 m.

---

[1] Vgl. *Albert Heim:* Mechanismus d. Gebirgsbildung 1879, Atlas Taf. XIII, Fig. 5.

[2] Dieser quarzitische Grenzsandstein ist von *Albert Heim* auf Blatt XIV 1 : 100 000 als „eocaene Quarzite" kartiert.

Darüber folgt am Nütschenstock mit vollkommen scharfer, 60° Süd fallender Grenzfläche das **Taveyannaz-Gestein.** Noch dicht am Kontakt befindet sich der typische, blaugraue Globigerinenschiefer unverändert. Schon von weitem ist die Grenzfläche deutlich: das Taveyannazgestein braun angewittert, die liegenden Schiefer aschgrau oder blaugrau und die Grenze auch orographisch durch verschiedene Auswitterung hervorgehoben (vgl. Fig. 12, p. 85).

Die untersten 2 m der Taveyannazgruppe sind etwas kalkhaltig, brausen etwas mit H Cl und enthalten tonige Zwischenlagen. Sie gehen über in 4 m echten Taveyannazsandstein mit der typischen, fleckig, hellgrünlich und bräunlich gesprenkelten Anwitterung, inwendig graugrün, feinkörnig, mit schwarzen Flecken von Tonschmitzen; braust nicht mit H Cl.

Es folgen darüber wieder die „weniger echten" Taveyannazgesteine, ähnlich wie die untersten 2 m usw.

Die ganze Taveyannazgruppe mag etwa 50 m mächtig sein und führt nach oben in Schiefer der Abteilung der Dachschiefer und Sandsteine über, die dann ihrerseits vom überschobenen Lochseitenkalk (Malm) am Mättlistock 2808 m bedeckt werden.

Während die Taveyannazgruppe messerscharf einsetzt, lässt sich nach oben keine scharfe Grenze ziehen[1]). Ich habe darum die Taveyannazgruppe mit den Dachschiefern und Sandsteinen als Abteilung II des Flysches zusammengefasst.

3. Linthtal-Kammerstock.

Über den auf etwa 6 m reduzierten quarzitischen Sandsteinen und Kalkmergeln mit Orthophragminen und kleinen Nummulinen, die ich als Bürgenschichten deute und auf Seite 17—18 beschrieben habe, folgt wieder zunächst die Gruppe der Mergelschiefer mit Kleinforaminiferen. Sie bilden zwischen den kompakten Felsen der Taveyannazgruppe oben und dem Öhrlikalk und Malm unten eine leicht zurückgewitterte Terrasse, auf dem der Weg von Linthtal nach Altenoren und Clariden langsam aufwärts führt[2]).

Allein diese unterste eocaene Mergelschiefergruppe, am Kistenstöckli noch 300 m mächtig, scheint auf etwa 50 m reduziert zu sein. Auch wittern sie mehr

[1]) Herr *Oberholzer* bestätigt meine diesbezügliche Beobachtung, indem er mir am 2. XII. 1908 schreibt: „Wichtig scheint mir auch, dass ein allmählicher Übergang zwischen der Sandsteinzone und den darüber liegenden Mergelschiefern (Abteilung des Blattengrates) zu beobachten ist, während die Taveyannazsandsteinzone ganz plötzlich auftritt und ohne vermittelnden Übergang auf der tiefsten Mergelstufe sitzt."

[2]) Vgl. Bl. XIV 1 : 100 000 geol. v. *Albert Heim.*

bräunlich an und zerfallen oft in schwärzliche Blätter (Entmischungshäute) infolge von Dynamometamorphose.

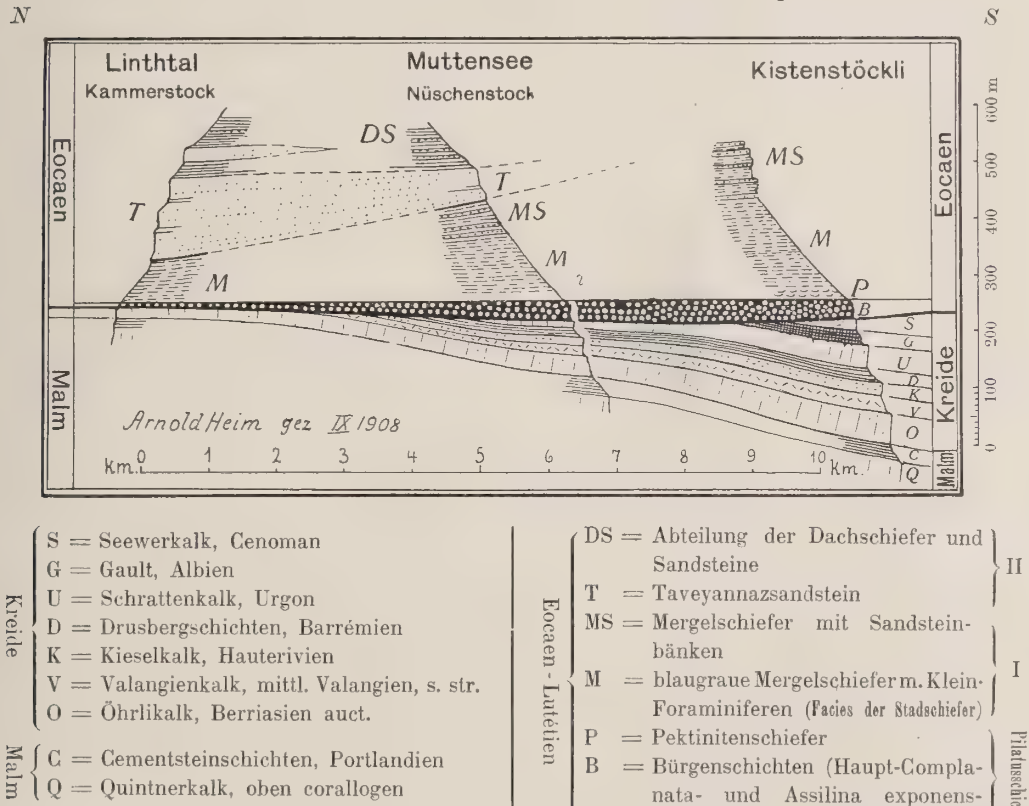
Darüber folgt in wilden, hohen, braunen Felswänden das Taveyannazgestein, massig, sehr feinkörnig, hart und zäh, klingend, grünlich, mit der typisch gesprenkelten Anwitterung, vielfach schwarze Tonschieferstückchen einschliessend. Die ganze Taveyannazmasse mag etwa 200 m mächtig sein, löst sich aber nach oben durch Wechsellagerung mit Schieferlagen allmählich auf und geht in die Abteilung der Dachschiefer und Sandsteine über (vgl. Fig. 12).

4. Faciesveränderungen vom Kistenpass bis Kammerstock.

In der Figur 12 habe ich den Versuch gemacht, die Facies- und Mächtigkeitsveränderungen von Süd nach Nord graphisch darzustellen.

Fig. 12.

Die autochthonen Kreide- und Eocaen-Schichten zwischen Kistenpass und Linthtal.



Als Hauptergebnisse können festgestellt werden:

1) dass die tiefste Mergelgruppe I, nämlich die Mergelschiefer mit Kleinforaminiferen, an Mächtigkeit von Süd nach Nord abnehmen;
2) dass die Taveyannazgesteine umgekehrt im Norden mächtig entwickelt sind, gegen Süden aber sich reduzieren (und in den helvetischen Decken ganz verschwinden).

Die interessanten, in Fig. 12 gezeichneten Kontakte von Kreide und Eocaen werden in einem späteren Abschnitt behandelt.

4. Schächental.

Der autochthone Flysch bedeckt den Malm und überschreitet in breiter Zone das Reusstal. Die Mächtigkeit mag 2000 - 3000 m betragen. Nach den Untersuchungen meines Vaters [1]) kann folgendes resümiert werden:

Auf dem Hochgebirgskalk folgen zunächst gelblich angewitterte Nummulitenkalke (= Bürgenschichten), darüber mächtiger Flysch mit Einlagerungen von Taveyannazgestein in seinem unteren Teil. Thonschiefer mit Fischen, denen von Matt im Sernftal entsprechend, wurden früher in Attinghausen im Reusstal, im unteren Teil der dortigen Flyschgruppe, ausgebeutet.

Nummulitenkalk-Einlagerungen im Flysch-Mergelschiefer findet man besonders auf dem rechten Talgehänge des Schächen. Dort fallen sie mit dem Abhang regelmässig nach Südosten. Aufschlüsse findet man an der Klausenstrasse unmittelbar östlich des Dorfes Spiringen. Der Kalk ist inwendig schwarzgrau, spätig, und erinnert in seiner Facies ganz an den Steinbruch von Ragaz, enthält schwarze, kohlig flaserige Häute und ist erfüllt mit kleinen Austernschalen. Von Gross-Foraminiferen fanden Herr *Boussac* und ich auf gemeinsamer Exkursion:

Nummulina gallensis sp. nov.,
micro- und megasphärische Generation, beide sehr häufig und typisch, gleich wie im Flibachgebiet.

N. irregularis Desh.,
bis über 30 mm Durchmesser = var. **formosa** de la H.

N. Murchisoni Brunn. var. **major** de la H.,
ein grosses Exemplar, scheint selten zu sein.

[1]) *Albert Heim:* Mechanismus d. Gebirgsbildung Bd. I 1879, p. 76—81. — Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein: Beiträge zur geol. K. d. Schw., Lfg. 25 1891.

N. complanata Lam. var. **minor** n.,
klein, nicht sehr typisch, gleiche Form wie Wildhaus-Lisighaus (z. B. 24 × 3,5 mm mit 13 Windungen).

Assilina exponens J. de C. Sow.,
typisch, mittlere Grösse, dick, scharfrandig, massenhaft.

Assilina mamillata d'Arch.,
dick angeschwollene typische Form, massenhaft.

Orthophragmina Archiaci Schlumb.
sehr häufig, gewöhnliche Grösse.

O. discus Rütim.,
Oberfläche meist deutlich granuliert, bis 3 cm Durchmesser.

In Blöcken eines zoogenen, etwas helleren Nummulitengesteines von stärker neritischem Charakter fanden wir

Nummulina distans Desh.,
dick, bis über 20 mm Durchmesser.

Assilina granulosa d'Arch. var. **minor,**
granuliert, im schwarzgrauen anstehenden Gestein nicht vorhanden.

Die mächtige Flyschmasse beiderseits der Reuss ist schon aus der Ferne deutlich in zwei grosse Teile gegliedert, von oben:

B. Altdorfer-Sandstein 1000—2000 m.

A. Mergelschiefer mit Nummulitenkalk- und Taveyannazgestein 500 bis 1000 m.

Während sich der untere, vorwiegend mergelige Teil landschaftlich durch sanfte Weiden auszeichnet, bildet der Sandstein düstere bewaldete Steilhange, so den wegen Steinschlag gefährlichen Bannwald bei Altdorf. Es sind vorwiegend kompakte, klingend harte, zähe, frisch blaugraue, dunkelfleckig angewitterte Quarzsandsteine von feinem bis grobem Korn, mit frischen Feldspatkörnern und milchigen Quarzkörnern. Mein Vater hat auch vom Gruonbach ob Flüelen Konglomerate mit Gneissgeschieben beschrieben[1]). Nummuliteneinlagerungen sind noch keine bekannt. Es ist möglich, dass die Sandsteinmasse des Bannwaldes teilweise dem Obwaldner Sandstein *Kaufmann's* entspricht und dem Obereocaen angehört.

[1]) *Albert Heim:* Geol. d. Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. „Beiträge" Lfg. 25, 1891, p. 36.

Vergleich mit dem Glarner Flysch.

Der autochthone Flysch des Schächentals ist bekanntlich die unmittelbare südwestliche Fortsetzung des Glarner Flyschs. Es wäre zu erwarten, dass hier die gleichen vier Haupt-Abteilungen wie dort zu finden wären. Leider war es mir jedoch als Rekonvaleszent noch nicht möglich, die zur Feststellung nötigen Hochtouren auszuführen. Nach dem bis jetzt Mitgeteilten ist es aber höchst wahrscheinlich, dass die gleiche Gliederung vorhanden ist, von unten:

Bürgenschichten, darüber

I. Mergelschiefer mit Kleinforaminiferen;

II. Taveyannazgesteine; Sandsteine und Dachschiefer (Attinghausen);

III. Mergelschiefer mit Nummulitenkalklagen. (Hier müssen wir uns fragen, ob die beschriebenen Nummulitenkalklagen von Spiringen dieser Abteilung des Blattengrates oder der nächstfolgenden angehört.)

IV. Wildflysch ist noch nicht festgestellt, wenngleich exotische Konglomerate und Breccien in Uri bekannt sind.

V. Altdorfer Sandstein. Hier bleibt die Frage noch offen, ob diese Gruppe dem Glarner Wildflysch oder dem noch jüngeren Obwaldner Sandstein *Kaufmann's* entspricht. Ich vermute infolge der gewaltigen Mächtigkeit, dass beide Teile in der Masse der Altdorfer Sandsteine vereinigt seien und hoffe, durch spätere Untersuchungen darüber Klarheit schaffen zu können.

5. Engelberg-Surenen.

Auf der Nordseite des Schlossberges (Fig. 2, p. 19) finden wir die Bürgenschichten bei guten Aufschlüssen in den Flysch allmählich überführen. Es folgen entsprechend den Nummern in Figur 2 pag. 19 von unten:

9. 7—10 m sandige Schichten, entsprechend Grenzsandstein und Pektinitenschiefer (vergl. p. 21).

10. Ca. 20 m Sandsteinbänke mit Schieferlagen (vgl. p. 21).

11. Ca. 12 m blaugraue Mergelschiefer mit relativ spärlichen Körnchen von Kleinforaminiferen, ohne Sandstein, weich, ebenflächig, glatt spaltend, Faciesrest der Globigerinenschiefer, Äquivalent der Schiefer am Fuss des Kistenstöckli (*M* in Fig. 12 p. 85).

12. Ca. 15 m gleiche Mergelschiefer, aber mit einzelnen glimmerhaltigen Sandsteinbänken.

13. Ca. 30 m Sandsteinbänke mit Thonschieferlagen. — Scharfe Grenze gegen

14. Taveyannazgruppe.

An der Basis 0,5 m grobkörniger Quarzitsandstein, brecciös, geht über in feinkörnigen Sandstein, der auf der Anwitterungsfläche die für Taveyannazgestein typische Sprenkelung zeigt, jedoch ein Glimmerquarzsandstein ist, der auf frischem Bruch sich als „unechter“ Taveyannazsandstein erweist, wie er so häufig mit dem „echten“ vergesellschaftet ist (Glarnerland). Er bildet Bänke von 0,5 bis 2 m mit spärlichen Thonschieferzwischenlagen wie am Muttensee.

Darüber folgen wieder Lagen von grauem Grobsand mit glasklaren und milchigen Quarzkörnern von 3 mm etc.

Auf der gegenüberliegenden nördlichen Talseite bildet die vorherrschend mergelschieferige Gruppe (10—13) von ca. 70 m Mächtigkeit eine ausgesprochene Schichtterrasse, auf der die Alpen Hohbiel und Ebnet liegen. Darunter liegen die harten Sandsteinfelsen der Bürgenschichten und die Malmwand, darüber erheben sich die Taveyannaz-Felsen. Die Mächtigkeit der Taveyannazgruppe mag auf za. 150 m geschätzt werden, doch stellen sich auch hier im mittleren und oberen Teil mehr und mehr mächtig werdende Schieferlagen ein, so dass zum Unterschied der scharfen unteren Grenze eine obere Grenze nicht festgelegt werden kann. Echte Taveyannazgesteine fand ich auch auf dieser nördlichen Talseite nicht [1]). Das auffälligste Gestein, von dem unzählige Blöcke auf der Alp Ebnet ausgestreut liegen, ist ein pseudo-porphyrischer Sandstein mit Glimmer, Feldspäthen und sehr groben, glasigen und milchigen Quarzkörnern. Aus der Taveyannazgruppe geht allmählich hervor:

15. Dachschiefer mit Sandsteinbänken.

Auf Alp Fürren (1800 m), östlich ob Engelberg, kann man bequem das ganze Profil vom Malm bis zum ausgebeuteten Dachschiefer durchqueren (Fig. 13).

Vielleicht 100 m über der Taveyannazgruppe befindet sich ein noch jetzt in Arbeit stehender Steinbruch für Gewinnung des Dachschiefers. Der schwarze Thonschiefer ist bis ins einzelne identisch mit demjenigen von Matt-Engi im Sernftal. Auf der Schieferfläche sind feinste Glimmerschüppchen vorhanden und auch hier trifft man die feinwelligen Rippel in den weniger brauchbaren Lagen wie bei Matt-Engi.

Beim Steinhauer-Hüttchen am Weglein (Fig. 13) findet man folgende Schichten innerhalb der Dachschiefergruppe, von unten:

---

[1]) Dagegen sagt mir Herr Dr. *Arbenz,* dass er ganz echte Taveyannazgesteine aus dieser Gruppe in der Umgegend von Engelberg und Surenen gefunden habe.

α) Ca. 100 m Dachschiefer mit spärlichen Sandsteinlagen;

β) Ca. 5 m ausgebeutete Schicht von Dachschiefer mit lokalen, kleinen, scharfen Faltenbiegungen [1]). Im eidgen. Polytechnikum in Zürich befinden sich von hier zwei gute Exemplare von Fischen mit den Etiquetten

Lepidopus glarisianus (Bl.) Wettst.

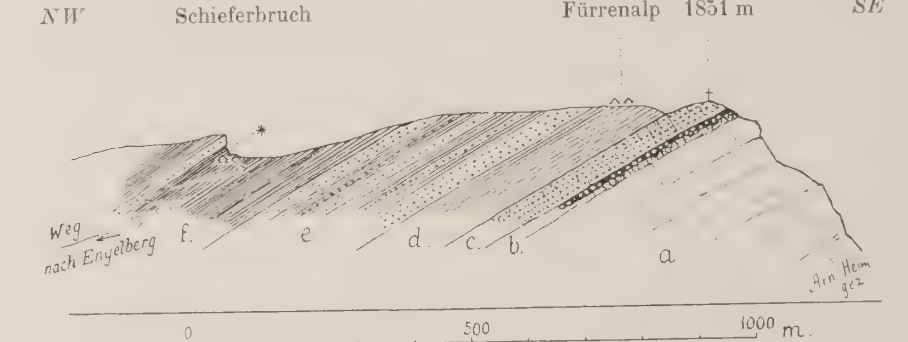
Palimphyes glaronensis Wettst.;

γ) 6 m Schiefer, nicht ausgebeutet;

δ) 10 m (?) Sandstein, quarzitisch, in Bänken von 0,5—2 m, mit dünnen Schieferzwischenlagen.

Fig. 13.

Das Eocaen-Profil am Weg auf Fürrenalp, westlich Engelberg.



a = Malmkalk
b = Bohnerz und siderolitischer Sandstein, das Pseudokonglomerat verkittend
c = untere Pilatusschichten, Bürgenschichten
d = blaugraue Mergelschiefer (mit Sandsteinlagen)
e = Gruppe der Taveyannaz-Sandsteine, mit Schieferlagen
f = Dachschiefer mit Sandsteinbänken
* = Steinbruch für Dachschiefer, Fundstelle von Glarner Fischen.

Das Hangende wird offenbar wieder von Dachschiefern gebildet, ist aber nicht deutlich aufgeschlossen.

Mit der Gruppe der Dachschiefer schliesst ob Engelberg der Flysch ab, indem er von Jura der helvetischen Decken überschoben ist.

Vergleich mit dem Glarner Flysch.

Die Homologien mit dem unteren Teil des Glarner Flysches sind geradezu verblüffend. Wir finden an beiden Orten die Hauptgruppen

II. { b Dachschiefer mit Sandsteinbänken (15);
  a Taveyannazgruppe (14).

I. Untere Mergelabteilung (mit Kleinforaminiferen) Schichten 10—13.

[1]) Diese konnten in der Fig. 13 des kleinen Masstabes nicht gezeichnet werden.

Die Mächtigkeit (ca. 70 m) der Abteilung I ist geringer als am Kistenpass, aber mindestens ebenso gross wie bei Linthtal auf der Seite des Kammerstockes. Aber ein Unterschied besteht darin, dass bloss noch die Schichtlage 11 ihren Facies-Charakter als Globigerinenschiefer beibehält, während die Gruppe I sonst im ganzen stark versandet ist.

Die Taveyannazgruppe und ebenso die Dachschiefer sind in ihrem gesamten Auftreten, Einsetzen, Ineinandergreifen, Schichthöhe, Facies, Fauna im autochthonen Glarnerland und bei Engelberg identisch!

Vergleich mit dem Pilatus.

Wenn wir uns jetzt das früher (p. 40—46 und Fig. 5) beschriebene Profil vom Pilatus-Klimsenhorn vergegenwärtigen, so finden wir über den Bürgenschichten auch dort eine ca. 50 m mächtige, vorherrschend mergelige Gruppe, das Äquivalent der Pektinitenschiefer, darüber den ca. 70 m mächtigen „oberen Quarzsandstein" (Klimsenhorngipfel), dann Mergelschiefer mit Sandsteinbänken. Unwillkürlich drängt sich die folgende Parallelisierung auf:

N ⟵ Schlossberg, autochthon	Pilatus-Klimsenhorn, helv. Decke ⟶ *S*
IIb Dachschiefer mit Sandsteinbänken (15)	Mergelschiefer mit Sandsteinbänken
IIa Taveyannaz-Gruppe (14) ca. 100—150 m	„Oberer Quarzsandstein" Kaufm. ca. 70 m
I Untere Mergelabteilung (9b—13) 70—80 m	„Pektinitenschiefer" ca. 50 m
Bürgenschichten ca. 50 m	Bürgenschichten ca. 50 m

Ich wage es noch nicht, mit Bestimmtheit zu sagen, dass der obere Quarzsandstein des Klimsenhorns mit kleinen Nummuliten der facielle Vertreter der ursprünglich nördlicheren Taveyannaz-Zone sei. Ich habe mich auch darum schon in der Einleitung (p. 9) über die untere Abgrenzung des Flyschs reserviert ausgesprochen.

Eine andere Deutung wäre noch denkbar: Pektinitenschiefer und oberer Quarzsandstein des Pilatus könnten derart rasch nach Norden an Mächtigkeit abnehmen, dass ihre Vertreter in den Schichten 9—(10) des Schlossberges (Fig. 2, p. 19) allein zu suchen wären. Doch wir finden keinerlei Stützpunkte zu einer solchen Annahme von Mächtigkeits-Verminderung nach Norden.

6. Aarmassiv-Gebiet der westlichen Schweizeralpen.

Vom Titlis an südwestlich ist die autochthone Flyschzone am Nordrand des Aarmassivs auf ein Minimum reduziert; bald setzt sie ganz aus, indem eine Überschiebungs-Rutschfläche an dessen Stelle tritt, bald wird sie wieder deutlich. Über die Stratigraphie des Flysch ist bis zu den Gebirgen südlich des Thunersees nichts bekannt.

Über die „inneren Kalkalpen (Basis)“ der Gebirge südlich des Thunersees liegt die neue Arbeit von *Trösch*[1]) vor. *Trösch* kann nach seiner eigenen Aussage sich keine sichere Vorstellung von der Schichtfolge des Flyschs machen.

Im Text (l. c. p. 124) wird als unterer Flysch ein „grauer Mergelschiefer mit **Globigerina linnaeana** d'Orb.“ betrachtet.

Darüber folgt der „vermutlich jüngere Flysch“, „ein dunkelgrauer bis schwarzer, schwach glimmerhaltiger Mergelschiefer, feinsandig, mit Körnchen“. *Trösch* erkennt die Körnchen im Dünnschliff als Globigerinen.

In der Tabelle (l. c. p. 139) stellt *Trösch* folgende Gliederung auf von oben:

„Körnelschiefer, schwarze, thonige Schiefer“ etc.,
„Globigerinenschiefer des Flysch, heller“,
„Taveyannazsandstein, weit verbreitet, vielfach mit Schieferzwischenlagen, bis 150 m.“

E. Gerber[2]) unterscheidet von oben:

„Taveyannazsandstein, mehr kompakte Schicht“,
„Tertiäre Schiefer und Kalke mit Orbitoiden“,
„Quarzsandsteine ohne Nummuliten“,
„Lithothamnienkalke und Nummulitenkalke mit kleinen Nummuliten“ (Pilatusschichten).

Es scheint also, dass auch in der Blümlisalpgruppe der Taveyannazsandstein bei gleicher Mächtigkeit die gleiche Schichthöhe wie am Schlossberg einnehme. Auch die Globigerinenschiefer finden sich wieder, die dann *Lugeon* noch weiter südwestlich, an der Gemmi und am Balmhorn als Basis des Flysch nachgewiesen hat (vergl. p. 25).

Die schwarzen, thonigen Schiefer entsprechen vielleicht den Dachschiefern von Engelberg und Glarnerland.

[1]) *A. Trösch:* Beitr. zur Geol. d. westl. Kientaleralpen (Blümlisalpgruppe) Eclogae geol. helv. 1908, p. 123—127.

[2]) *Ed. Gerber:* Beiträge zur Geol. d. östlichen Kientaleralpen. Neue Denkschr. d. schweiz. nat. G. 1905, p. 74.

Decken der westlichen Schweizeralpen.

7. Préalpes, Klippendecke.

In den mächtigen Decken der Préalpes (Klippendecke und Brecciendecke) folgt über der Kreide ebenso wie in den höheren helvetischen Decken der Ostschweiz (Amden) direkt der mächtige Flysch mit Mergel, Sandstein etc. und exotischen Einschlüssen. Taveyannazsandstein fehlt vollständig.[1])

Pilatusschichten sind nicht vorhanden.

Gewöhnlich liegt der Flysch konkordant auf den bathyal-abyssalen „couches rouges" der senonen Kreide. Das Fehlen der Einlagerungen von Nummulitenbänken im allgemeinen ist ein Charakteristikum. *Favre* und *Schardt* schätzen die Mächtigkeit des Flysch auf 1500 m und stellen ihn mit Recht zum Eocaen.[2]) (— Nur schade, dass infolge des Fossilmangels der gleiche Flysch einer Theorie der exotischen Blöcke zuliebe später wieder zum Oligocaen gestellt worden ist.)

Vor allem auffallend sind die im Flysch oft massenhaft eingelagerten **exotischen Blöcke,** besonders solche von sauren krystallinen Gesteinen und Breccien. Obwohl *Gilliéron*[3]) keine Theorien ausspricht, ist es doch sehr bemerkenswert, dass er den Flysch zum Eocaen rechnet und die exotischen Blöcke in seiner stratigraphischen Profilzusammenstellung Pl. III an der Basis der Flyschbildung einzeichnet.

Jaccard[4]) beschreibt auch die gleichen grünen Ölquarzitlinsen, wie sie im Wildflysch von Habkern und Einsiedeln bis Amden so häufig sind.

M. Lugeon (l. c. 1896, p. 100—101) findet im Flysch Globigerinen, **Cristellaria** und **Lagena,** und hält den Flysch für „Eocène supérieur ou même Oligocène", weil er in anderen Regionen das sog. „Bartonien" (nach meiner Ansicht Lutétien moyen) überlagert.

---

[1]) *M. Lugeon:* Région de la Brèche du Chablais, Paris 1896, p. 101.

[2]) *Favre et Schardt:* Préalpes du canton de Vaud et du Chablais etc. Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz Lfg. XXII, 1887, p. 179, 180. „Un point cependant est certain, c'est que dans notre région le Flysch rentre exclusivement dans la série éocène."

[3]) *Gilliéron:* Alpes de Fribourg. Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz Lfg. XII, 1873, p. 133.

[4]) *Fr. Jaccard:* La Région Rubli-Gummfluh. B. S. Vaudoise Sc. nat. Nr. 161. Lausanne 1907, p. 445.

8. Diablerets und Dts. de Morcles

(mittlere und untere helv. Decken).

Nach *Renevier* liegt der Flysch primär überall auf den Nummulitenschichten, die *Renevier* zum Bartonien rechnet, während ich sie (p. 26) als Pilatusschichten hingestellt habe.

Der Flysch ist im Gegensatz zu den östlichen Schweizeralpen frei von Nummulitenkalken, mit Ausnahme einer Nummulitenbreccie, die *Renevier* (Beiträge 1890, p. 431—432) als Seltenheit erwähnt. Er schreibt: „Quoique le Flysch atteigne une grande épaisseur, il ne m'a pas été possible d'y établir des subdivisions d'une valeur chronologique, car il est généralement formé du bas en haut d'alternances semblables, et les fossiles, d'ailleurs rares, paraissent y être les mêmes dans toute l'épaisseur".

Was *Renevier* damit sagt, gilt für die Flyschgruppe ziemlich allgemein; es lassen sich zwar immerhin in den zentralen und östlichen Schweizeralpen nach den Nummuliteneinlagerungen auf weite Strecken mehr als nur lokale Unterschiede erkennen.

Der Flysch der „Hautes Alpes Vaudoises" besteht nach *Renevier* aus „schistes feuilletés", „grès fin ou Macigno", **„grès de Taveyannaz"** in grosser Ausdehnung nordwestlich der Diablerets (Dorf Taveyannaz), vielfach wiederholt zwischen Schiefer eingelagert, „grès bréchiforme" etc. Fucoiden sind häufig; im übrigen ist der Flysch fast fossilleer.

Als über den Pilatusschichten liegend betrachte ich auch hier (in ähnlichem Sinne wie *Sacco*) den Flysch konsequenterweise als Lutétien supérieur, event. noch in spätere Zeit hineinreichend.

9. Morgenberghorn-Standfluh

(obere helvetische Decken).

Nördlich und westlich des Morgenberghorns, d. h. der Stirne der in den östlichen Schweizeralpen unter dem Namen Drusbergdecke bekannten obersten helvetischen Decke breitet sich eine sehr mächtige Flyschzone aus. Sie verbindet scheinbar die nördlichere Facieszone Standfluh—Buchholzkopf—Waldegg mit der Morgenberghorndecke. Doch muss irgendwo (vermutlich nahe der Morgenberghorn-Kreide) eine scharfe Grenze zwischen den beiden Decken noch zu finden sein.

Diese ganze mächtige Flyschzone, die direkte Fortsetzung des Flyschgebietes von Habkern, wird von *Helgers* und *Gerber* als „Leimernschiefer" kartiert, während *Gerber* im Text (l. c. p. 57) von den Flyschsandsteinen dieser Zone spricht. Wildflysch ist gewiss darin vertreten.

Nach dem Text von *E. Gerber* besteht der auf dem sogen. „Barton" (= Pilatusschichten) aufliegende untere Teil der genannten Flyschmasse aus aschgrauen Mergelschiefern: „Leimernschiefer, Globigerinschiefer, Stadschiefer." *Gerber* hat das Verdienst, darin zahlreiche Globigeriniden nachgewiesen zu haben, worunter solche, die bis damals als für die bathyalen Sedimente der oberen Kreide („couches rouges") charakteristisch galten, besonders

Globigerina linnaeana d'Orb. = **Pulvinulina tricarinata** Quereau [1]).

Diese Globigerinenschiefer werden von *Helgers, Gerber, Trösch* und *Baltzer* als Unteroligocaen (?) betrachtet.

Die „Leimernschiefer" auct.

Nachdem *Schmidt* und *Buxtorf* [2]) die *Kaufmann'schen* Leimernschiefer der Lokalität Leimern westlich Habkern als zu den Klippen gehörende, auf die helvetische Facies überschobene Kreide der Klippen (couches rouges) erkannt haben, muss die irreführende Bezeichnung „Leimernschichten" definitiv abgeschafft werden.

Man könnte aus der Arbeit von *Buxtorf* vermuten, dass nun die „Leimernschiefer" *Gerber's* nördlich des Morgenberghorns auch Klippen-Kreide vorstellen. Es muss aber betont werden, dass *Kaufmann* schon vor Jahrzehnten an hundert Stellen Globigerinen im Mergelschiefer des sicher eogenen Flysches (Stadschiefer) gefunden hat, und die gleiche Tatsache habe ich in den östlichen Schweizeralpen bestätigt gefunden, wo die kreideartige Mergelfacies und Globigerinidenfauna über und zwischen den Nummulitenkalken (Einsiedler Schichten) fast überall zu finden ist (vergl. Tabelle im Abschnitt Altersbestimmung). Auch die Analogieschlüsse *Kilian's* [3]) mit den französischen Alpen können aufrecht erhalten bleiben.

Die ganze Verwirrung ist gelöst, wenn man an Stelle von „Leimernschiefer" die ebenso von *Kaufmann* stammende Bezeichnung „Stadschiefer" setzt, resp. bloss von eocaenem (Flysch-) Globigerinenschiefer in Kreidefacies spricht.

---

[1]) Vgl. *Th. Lorenz:* Geol. Studien im Grenzgeb. zwischen helvet. und ostalpiner Facies. II. Südlicher Rhätikon. Ber. d. nat. Ges. Freiburg i. B. 1901, p. 8.

[2]) *A. Buxtorf:* Zur Tektonik der zentralschweizerischen Kalkalpen. Zeitschr. d. deutschen geol. Ges., Bd. 60 1908, p. 192—197.

[3]) *W. Kilian:* Récurrences du Faciès à Globigerines. B. S. G. F. 1906, p. 118.

Obere helvetische Decken der zentralen Schweizeralpen.

10. Nordseite des Thunersees—Habkern, Merligen.

Wer von Interlaken auf der Strasse westlich an der p. 31, Fig. 3 abgebildeten Stelle vorbeigeht, findet jenseits des Sundbaches das Hangende des mächtigen, knorrigen Hohgantsandsteins: Es sind graue, blätterige Flyschschiefer mit körnigen Kalkflasern, das Niveau der Stadschiefer des Pilatus. Wie bekannt, fallen diese Schiefer steil südlich und stossen an der Sundlauenen—Hohgantverwerfung [1]) *Baltzer's* diskordant gegen den fast horizontalen Schrattenkalk ab.

Sehr wichtig sind die Angaben *Kaufmann's* (l. c. 1886, p. 551), wonach sich als Einlagerungen in diesem „unteren Flysch" ganz wie in der Ostschweiz Einlagerungen von Lithothamnien- und Nummulitenkalken mit **Nummulina complanata, N. irregularis, Assilinen** usw. vorfinden.

Es folgt der Flysch des Gebietes nordwestlich und nördlich Habkern, den *Kaufmann* als Wildflysch bezeichnet und der durch seine **exotischen Granitblöcke** [2]) berühmt geworden ist [3]). Es ist eine lithologisch unendlich mannigfaltige Bildung, die man niemand durch Worte allein verständlich machen kann und auch noch manches Rätsel birgt. Obwohl ich jenen Flysch aus eigener Anschauung kenne, kann ich keine bessere Beschreibung als diejenige *Kaufmann's* geben: „Dunkelgraue bis schwarze, weiche, glänzende Schiefer, oft krummschalig und voll gestreifter Reibungsspiegel, wechseln mit Sandstein, zuweilen auch mit Konglomerat. Nicht selten sind Stadschiefer, Fucoidenschiefer und leimernartige Schiefer eingelagert, auch grünsandige Nummulitenkalke, Granitbreccien etc. Die Schichten sind häufig und in merkwürdiger Weise gefaltet [4]), geknickt und zerrissen, die Sandsteine quer gespalten, die Stücke auseinander gezerrt, gerieben und mehr oder weniger vom Schiefer umwickelt." (*Kaufmann* l. c. 1886, p. 553.)

---

[1]) 300—400 m weiter westlich folgt ein zweiter, prachtvoll sichtbarer Längsbruch, der sonderbarerweise bisher übersehen worden zu sein scheint: Schrattenkalk horizontal östlich grenzt an Kieselkalk (Hauterivien) horizontal westlich; dazwischen prachtvolle Klemmblöcke von Schrattenkalk.

[2]) Vgl. Eclogae geol. helv. Vol. IX, Nr. 3 1907, p. 413—424.

[3]) Ich will natürlich nicht behaupten, dass im Gebiete von Habkern nicht auch noch überschobener Flysch und Senon der „Klippen", ebenso mit exotischen Blöcken vorkommen könne.

[4]) Diese Fältelungen etc. habe ich unter dem Gesichtspunkt submariner Rutschmengen betrachtet (vgl. Neues Jahrbuch für Min. G. und P. 1908/09, p. 148.

Kaufmann gibt für den „unteren Flysch" (Stadschiefer und Wildflysch) eine Mächtigkeit von 600 m an. Diese Schätzung ist vielleicht allzu bescheiden bemessen.

Die sog. „Ralligschichten"-„Ralligsandstein".

Bevor wir den Thunersee verlassen, sei mir noch eine kritische Bemerkung über die sog. „Ralligschichten" gestattet. Nachdem ich 1906 jene klassische Stelle am Weg unweit nordöstlich oberhalb des Schlosses Ralligen bei Merligen besucht hatte und die Zeichnungen *Kaufmann's* in jeder Hinsicht bestätigt fand, da war ich erstaunt, wie es denn möglich sei, den Ralligsandstein zur Molasse zu rechnen. Er liegt im Flysch konkordant eingelagert und wird aufs deutlichste von etwa 50 m mächtigen hellgelblichen („leimernartigen") Flyschmergeln (vom Charakter der Stadschiefer) unterlagert. Die gesamte Masse stösst dann diskordant an der fast horizontalen, groben Molasse-Nagelfluh ab, die keinerlei, dem Ralligsandstein ähnliche Einlagerungen enthält.

Auch wenn der Ralligsandstein eine als „miocaen" betrachtete Flora geliefert haben soll, so muss ich ihn als primäre Einlagerung im unteren Flysch betrachten und damit etwa zum oberen Lutétien stellen.[1]) Keineswegs aber sollten lithologisch auch noch so ähnliche wirkliche Einlagerungen in der Molasse (Schangnau-Flühli) als Ralligschichten bezeichnet werden.

11. Schlieren-Gebiet südlich Pilatus.

Zwischen dem Mariental (Kleine Emme) und Alpnach breitet sich das mächtige Flyschgebiet der „Schlierengegend" (Grosse und Kleine Schliere) aus. Über dem unteren Flysch (Stadschiefer und Wildflysch) folgt nach *Kaufmann* der gegen 1000 m mächtige **„obere Flysch"**, den *Kaufmann* auch nach Obwalden als Silvanschichten bezeichnet hat. Charakteristisch sind körnige, harte Sandsteine in kompakten Bänken zwischen Mergelschieferlagen, die besonders reich an **Fucoïden** sind. Gelegentlich soll die Schichtfolge auch den Charakter des Wildflyschs annehmen.

Dieser Obwaldner Flysch mag dem Obereocaen angehören, doch lässt sich zurzeit etwas Bestimmtes nicht sagen. Sollten einmal Orthophragminen darin ge-

---

[1]) *E. Renevier* („Beiträge", Lfg. 16 1890, p. 456) erwähnt die gleichen Pflanzen wie von Ralligen aus dem Flysch der Westschweiz.

funden werden, so würde das ein Grund zur Einreihung in das Obereocaen sein. Die von *Kaufmann* aus dem Obwaldner Sandstein erwähnte **Nummulina variolaria** ist in Frankreich und Italien nach *H. Douvillé* [1]) und *Boussac* für Auversien (unteres Bartonien s. l.) bezeichnend. Jedenfalls deutet die Lagerung über den Einsiedler Schichten (sog. Parisien I) ohne Unterbruch der Sedimentation darauf hin, dass der Obwaldner Flysch noch nicht zum Oligocaen gestellt werden kann und erst recht nicht zum Mitteloligocaen, wie *Kaufmann* (Beiträge 1886, p. 557) unter Vorbehalt angenommen hat [2]).

Die Basis der Flyschbildungen bilden die Stadschiefer, die besonders schön bei Alpnach-Stad an der Strasse zu beobachten sind und durch die hellgelbliche Anwitterungsfarbe der Schichtflächen schon von weitem hervorleuchten. Die Stadschiefer bilden das unmittelbare Hangende der Pilatusschichten. Es sind an Globigeriniden reiche Mergelschiefer (z. T. entsprechend den „Körnchenschiefern" *A. Escher*, *Albert* und *Arnold Heim* 1905.) Sie entsprechen nicht dem Obereocaen-Unteroligocaen, sondern dem oberen Lutétien, wie ich noch später zeigen werde (vgl. *Kaufmann*, Beiträge 1866, p. 61 und 1886, p. 552).

12. Sarnen-Melchaa.

Während sich nördlich des Sarner Sees das ungeheure Sandsteingebiet des oberen Flyschs ausbreitet, finden wir auf der Südostseite desselben die zur gleichen tektonischen Einheit gehörende älteste Flyschabteilung (untere Einsiedlerschichten) schön entwickelt.

Wir treten in das fruchtbare Hügelland der unteren Melchaa zwischen Sarnen und Flühli.

Kaufmann schreibt („Beiträge" 1886, p. 541—542):

„Hellaschgraue, zuweilen ins dunkelgraue übergehende, weiche Mergelschiefer bilden die Hauptmasse dieser Abteilung. Nummulitenkalke in vielen Riffzügen bilden die hauptsächlichsten Einlagerungen, und da sie nach Gesteinsart und Fauna vollkommen mit den Complanatakalken des Mutterschwandenberges stimmen und durch die Kernser Mulde unterirdisch mit ihnen zusammenhängen, so schien es mir unzweifelhaft, dass beide der gleichen Altersstufe angehören."

[1]) *H. Douvillé:* Le terrain nummulitique du Bassin de l'Adour. B. S. G. F. 1905, p. 55.

[2]) Wenn *Kaufmann* („Beiträge" 1886, p. 557 unten) die Sandsteinbänke des Obwaldner Flyschs zeitlich mit dem Taveyannazsandstein des Thunerseegebietes zusammenstellt, so kann ich dieser Auffassung keineswegs beistimmen. Der Taveyannazsandstein ist älter und Reste von Landpflanzen dürfen nicht als massgebend für die Altersbestimmung betrachtet werden.

Hier hat sich *Kaufmann* getäuscht — doch er fährt fort:

„Es ist übrigens nicht unmöglich, dass da oder dort auf dem Gebiete, in allfälligen kleinen Mulden des Melchaaschiefers, Streifen von Stadschiefer verlaufen; einige Andeutungen scheinen vorhanden zu sein, teils nach den vorhandenen, immerhin noch näher zu untersuchenden Foraminiferen“ (Globigerinen etc. gemeint), „teils nach der Gesteinsart“.

Meine Beobachtungen führen zu dem Resultat, dass die „Melchaafacies“ *Kaufmann's* nicht eine „Mergelfacies mit Kalklagen der Complanataschichten“ ist, sondern unzweifelhaft in die Gruppe des unteren Flysch gehört. Es sind nach dem Alter die genau gleichen, nach der Facies grösstenteils ebenso die gleichen Schichten wie die unteren Flyschschichten am Flibach. Die Nummuliten beider Orte sind identisch. Am zweitnächsten kommt den Melchaaschichten die Gegend von Lowerz mit den Nummulitenkalken der Insel Schwanau, d. h. die „Rigischichten“ *Kaufmann's*. Ohne die wichtigen Beschreibungen *Kaufmann's* zu reproduzieren und auf diese verweisend[1]), füge ich noch die folgenden Beobachtungen hinzu:

Wie *Kaufmann* richtig beschreibt, bildet das Eocaen die Hülle des kleinen Seewergewölbes bei Unter-Hag in der Melchaaschlucht[2]), südlich Flühli. Der Seewerkalkkern (1) wird zunächst von mächtigen Kreidemergeln (2) bedeckt.

Darüber folgt eine mächtige normale, stets südostfallende eocaene Schichtfolge[3]). Ob hier die Bürgenschichten (3) fehlen und Flysch direkt auf der Kreide liegt, oder ob sie, was wahrscheinlicher ist, reduziert vorhanden sind, habe ich nicht gesehen. Vielleicht gelingt es später noch, von dem prächtigen normalen Profil in der kaum zugänglichen Melchaaschlucht östlich und nördlich Flühli ein zusammenhängendes Profil aufzunehmen.

Über den fraglichen Bürgenschichten folgen graue Mergelschiefer (4) entsprechend den Stadschiefern, ca. 100 m? Es folgt die erste mächtigere Nummulitenkalklage (5), die an der Strasse, im Garten vom Hotel Stolzenfels, unmittelbar nördlich des Kirchleins Flühli aufgeschlossen ist:

Glauconitischer, zoogener Kalk, kompakt, hellbraun angewittert, ganz erfüllt mit Grossforaminiferen:

---

[1]) *Kaufmann:* „Beiträge“ Lfg. 24, 1886, p. 116—130, 541—542.

[2]) Zu vergl. Blatt XIII 1 : 100 000, geol. von *Kaufmann* und Siegfriedkarte 1 : 50 000.

[3]) Im Gegensatz zu *Kaufmann* konnte ich keine sekundären Sättel und Mulden von Stadschiefer erkennen.

Nummulina gallensis sp. nov.,

typisch und schmale Form; microsphärisch häufig, megasphärisch massenhaft.

N. complanata Lam., typisch und var. **minor,**

Dimensionen: 28 × 3,5 mm mit ca. 27 Windungen; 25 × 3 mm mit 23 Windungen; 44 × 3 mm; 52 × 4 mit ca. 35 Windungen — vereinzelt.

Assilina granulosa d'Arch.,

etwas gegen A. exponens neigend, var. **minor** und **major,** bis 21 × 1,2 und 24 × 1,5 mm — massenhaft.

A. Leymeriei d'Arch. et H.,

sehr schmal, massenhaft.

Orthophragmina sp. ind., massenhaft; ferner:

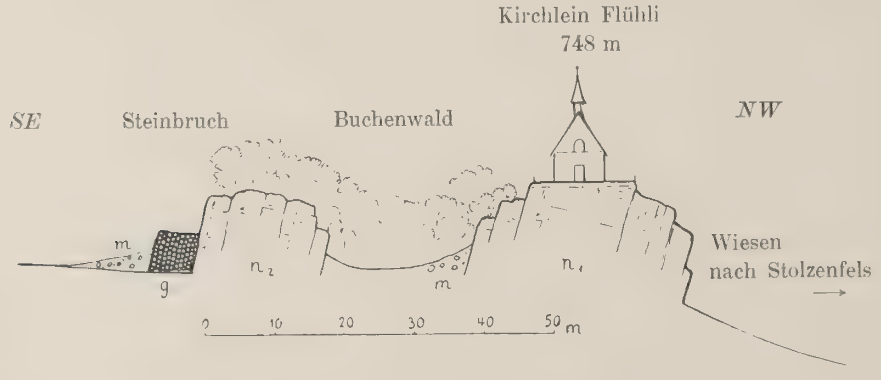
Serpula (Rotularia) spirulaea Lam., sehr häufig.

Ostrea gigantica Sol., vereinzelt.

Gestein und Faunencharakter stimmen geradezu verblüffend überein mit der tiefsten Nummulitenkalklage im Flysch des Flibachgebietes bei Weesen (Oberfligade)!

Fig. 14.

Die Nummulitenkalke im Flysch von Flühli bei Sarnen, Unterwalden.



n = Zoogener Nummulitenkalk (mit Lithothamnien).
g = Glauconitfels mit Assilina exponens.
m = Grundmoräne.

Nach etwa 100 m Unterbruch, wohl Mergelschiefer (6) entsprechend, folgt das zweite Nummulitenlager (7), auf dem das Kirchlein Flühli steht und welches dem Orte seinen Namen gab (Flühli = kleine Felswand); und nach kurzem Unterbruch (8) unmittelbar südlich daneben das dritte (9), das ich noch in die Fig. 14 hineinprojiziert habe.

Die Felsrippe des Kirchleins Flühli, n_1 (= Nr. 7 des Gesamtprofiles), zirka 30 m mächtig, besteht aus grauem, massigem, rein zoogenem Nummulinenkalk,

erfüllt mit kleinen Orthophragminen und Nummulinen; in einzelnen Lagen schöne Lithothamnienknollen, auch Lithothamnienbreccie.

Südlich folgt ein waldiger Hohlweg, mit Moräne gefüllt, offenbar durch zurückwittern von Flyschmergel bedingt.

Die Felsrippe n_2 (9) südlich der Kirchenrippe hat genau die gleiche Facies wie n_1, ist ca. 18 m mächtig, enthält häufig kleine Lithothamnienknollen und in einzelnen Lagen massenhaft kleine schwarze Austernschalen.

Nummulina Guettardi?, keine grossen Nummuliten gesehen.

Auf den zoogenen Kalk folgt (10) der massige Glauconitfels g in Fig. 14, in einer Mächtigkeit von 6 m. An der gezeichneten Stelle, 150 m südwestlich des Kirchleins [1]), befindet sich ein Steinbruch. Der massige Glauconitkalk lässt sich in kubischen Blöcken lostrennen. Es ist eines der schönsten Nummulitengesteine, das sich vorzüglich zur Politur eignen würde, im ganzen dunkelgrün, sehr glauconitreich, körnig, mit hellgrünen bis weissen Körnchen in dunkelgrüner Grundsubstanz, braust stark mit Säure. Einzelne Lagen und Nester sind ganz erfüllt von

Assilina exponens J. de C. Sow.,
typisch, stark granuliert und var. **tenuimarginata** nov.,
2—2,5 mm dick auf 30 mm Durchmesser; massenhaft, weitaus am häufigsten (vergl. Taf. VII, Fig. 21 u. 22.

A. mamillata d'Arch.,
typisch und schmale Varietät, in einzelnen Schlieren und Nestern massenhaft, aber weit weniger häufig als A. exponens.

Orthophragmina discus Rütim. var. **laevitenuis,**
massenhaft, sehr schlank (aber auch bis 3,5 mm dick); Durchmesser bis 52 mm, sehr häufig.

O. Chudeaui Schlumb. (?),
vereinzelte, sehr kleine, stark granulierte, dicke Exemplare.

Pecten in verschiedenen Arten, sehr häufig.

Echiniden, darunter sehr grosse Formen **(Conoclypeus Ibergensis?),**
häufig, aber meist in schlechten Bruchstücken.

Die Foraminiferen sind tadellos erhalten, und lassen auf dem polierten Schliff die feinsten Strukturen erkennen (vergl. Taf. VII, Fig. 21 u. 22).

---

[1]) Herr Dr. *A. Buxtorf* hatte die Freundlichkeit, mich auf diese Stelle besonders aufmerksam zu machen.

Nach *Kaufmann* keilen die Nummulitenkalkrippen von Flühli und Stolzenfels rasch gegen Osten aus. Auch darin stimmen diese Schichten mit den entsprechenden des Flibaches überein.

Weiter südlich folgen Wiesen auf Moräne oder Flyschschiefer (11). Diese grauen weichen Mergel bilden an der Melchaa gegenüber der Kapelle St. Niklaus mächtige frische Anrisse und sehen in ihrer Facies ganz aus wie die Leistmergel der obersenonen Kreide.

Damit ist der untere Flysch der Melchaa flüchtig durchquert. Die Lücken können vielleicht später ergänzt werden. Der Flysch mag bis zu den Nummulitenkalken von Flühli etwa 300 m Mächtigkeit haben, und über diesem folgen bis zur Stirn der Drusbergdecke vielleicht noch weitere 500 m oder mehr Flyschmergel. Was hier beschrieben wurde, gehört zur südlichsten Facieszone der Pilatusdecke (= Säntisdecke), die mit dem Mueterschwandenberg und damit indirekt auch mit dem Pilatus im Zusammenhang steht. [1])

13. Vierwaldstättersee - Lowerz.

Wir treten aus dem für die Flyschstratigraphie klassischen, enorm ausgedehnten Gebiet Habkern-Sarnen heraus in eine tektonisch viel kompliziertere Gegend. Der Flysch ist nur in geringer Ausdehnung zwischen Überschiebungen erhalten und da, wo er einst weit ausgebreitet lag, wie südlich des Bürgenstocks, und an Stelle des Gersauer Beckens ist er durch Erosion entfernt und die Reste sind unter Wasser getaucht.

Wir sehen von den lokalen, eingeklemmten Vorkommnissen der Stadschiefer ab und wollen nur die Schichtfolge am Lowerzersee betrachten.

Aus diesem Gebiet hat *Kaufmann* die Bezeichnung „Rigischichten", „Rigian", für unteren Flysch mit Nummulitenkalken gewählt. Die Bezeichnung ist ungünstig, weil es sich um den Flysch der „subalpinen Eocaenzone" handelt, der auf Molasse überschoben ist und selbst von unterer Kreide der Rigihochfluhkette überschoben wird [2]). Zudem ist der anstehende Flysch rings von Schutt umgeben. Und noch ungünstiger ist das Wort „Rigi", weil der eigentliche Rigi durch

[1]) Man vergleiche das tektonische Profil von *A. Buxtorf:* Zeitschr. der Deutschen geol. G. 1908, Taf. XIII, Profil 3, indem zwar das Seewerkalkgewölbchen der Melchaa südlich des Mueterschwandenberges (weil etwas westlich der Profillinie) nicht eingezeichnet ist.

[2]) Vgl. *A. Buxtorf:* Zur Tektonik der Zentralschweizerischen Kalkalpen. Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch. 1908, Tafel XIII, Profil 1 und 2.

seine miocaene Nagelfluh berühmt und von den Alpen im engeren Sinne ganz abzutrennen ist. Günstig ist der Ort zur Namengebung nur insofern, als der obere Flysch Obwaldens nicht vorhanden ist. Man könnte an Stelle von „Rigischichten" die Bezeichnung Lowerzerschichten setzen Da ich nun aber die Übereinstimmung mit Einsiedeln feststellen kann und von dorther die berühmte „Parisien"-Fauna stammt, so setze ich an Stelle der *Kaufmann'schen* Rigischichten die Bezeichnung Einsiedlerschichten.

Zahlreiche Lager von grauen Nummulitenkalken und auch ein rotes Linseneisenerz sind am Lowerzersee[1]) im gelblichgrauen Flyschmergelschiefer eingelagert, der dem Stadschiefer gleicht und in dem *Kaufmann* in allen Lagen Globigerinen fand.

Kaufmann zählt 7—8 „Riffe" von Nummulitenkalk, die in der Tat normal und primär zwischen Globigerinenmergel abgelagert wurden. Die Schichtfolge des „Lowerzerstockes" setzt sich auf der Nordostseite des Lowerzersees fort, wo die Eisenbahn eine ca. 30 m mächtige, steil südfallende Nummulitenkalkrippe quer durchschneidet.

Meine Beobachtungen bestätigen die Darstellungen *Kaufmann's* in „Beiträge" 1872, p. 91—107 und Kartenskizze Tafel V.

Nach Präparation von Dünnschliffen und Polituranschliffen konnte ich aus dem ca. 2 m mächtigen Lager von rotem Linseneisenstein (Roteisenerz) gegenüber dem Inselchen Schwanau vor allem in Menge **Assilina Leymeriei** d'Arch. et H. (in auffallend dicker Form) bestätigen, sodann kommt auch eine kleine **Alveolina** vereinzelt darin vor. Ich füge noch einige neue Bestimmungen hinzu.

Die Insel Schwanau wird von dem nördlichsten der Nummulitenkalke, einem grauen, körnigen, rein zoogenen Kalk aus Gross-Foraminiferen gebildet, der oft von Glauconitnestern unregelmässig durchzogen ist. Ich fand die folgenden Arten:

Nummulina gallensis[2]) sp. nov.,
microsphärisch und megasphärisch, massenhaft.

N. distans Desh.,
vereinzelt (nicht ganz sicher).

Assilina granulosa d'Arch.,
grosse, dünnwandige Form (var. **major**), häufig.

---

[1]) Blatt VIII, geol. 1 : 100 000 von *F. J. Kaufmann.*

[2]) In meiner Arbeit: Über das Profil von Seewen-Schwyz etc., Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich, 1908, p. 383, habe ich diese Art als N. cf. aturica Joly et Leym. und N. cf. Rouaulti d'Arch. et H. bezeichnet.

A. exponens J. de C. Sow.,
typisch, häufig; es scheinen auch Übergänge zu A. granulosa vorhanden zu sein.

Orthophragmina discus (Rüt.) Kaufm. var. **granulatocrassa** n.,
mit verdickter Zentralpartie, stark gepfeilert, bis 35 × 4 mm, häufig.

O. Archiaci Schlumb.,
massenhaft (vielleicht z. T. mit der megasphärischen Generation von O. discus var. granulatocrassa verwechselt.

Ostrea gigantica Sol.

Serpula sp., häufige, feine Röhrenquerschnitte.

Von der Nordostseite des Lowerzersees erwähnt *Kaufmann* auch **Nummulina irregularis, N. Biarritzensis** (= **atacica**) und **N. Ramondi** (= **globulus**), sowie zahlreiche Mollusken und Echiniden. Es ist die gleiche Fauna, die man in Einsiedeln und am Flibach wiederfindet.

Helvetische Decken der östlichen Schweizeralpen.

Allgemeines. — Übersicht.

Überblicken wir zunächst das Gebiet östlich der Reuss und sehen wir dabei ab von der bereits p. 70—92 eingehend behandelten mächtigen, autochthonen Flyschzone.

A. Obere helvetische Decken.

Bei einem Blick auf die geologischen Übersichtskarten 1 : 500 000 oder 1 : 100 000, Bl. IX fällt zuerst das ausgedehnte Flyschgebiet zwischen Schwyz und Wäggital auf; ich nenne es das Flyschgebiet von Einsiedeln. Tektonisch gehört der Flysch von Einsiedeln zu den oberen helvetischen Decken.

Dieses Flyschgebiet setzt sich gabelnd östlich fort im Wäggital, während der scheinbar weiter damit zusammenhängende Flysch der Wagetennkette[1]) der tiefsten helvetischen Decke angehört. Wir finden aber die echte Fortsetzung der Einsiedler Flyschzone wieder in dem tektonisch äusserst komplizierten Gebiet der Säntisdecke von Amden und Wildhaus[2]).

[1]) Vgl. geol. Karte 1 : 50 000 von *C. Burckhardt*, Beiträge z. geol. K. d. Schw. 1893.

[2]) Geol. Karte der Gebirge am Walensee 1 : 25 000 von *Arnold Heim* und *J. Oberholzer*, Bern 1907.

Ein Seitenstück der gleichen tektonischen Einheit (Säntisdecke), zwar weiter nördlich und durch das südliche Kreidegewölbe VI des Säntisgebirges vollständig abgedämmt, bildet das Flyschgebiet der Fähnern[1]) bei Appenzell, das stratigraphisch noch ungenügend bekannt ist.[2])

B. Mittlere und untere helvetische Decken.[3])

Von besonderer Wichtigkeit für die Flyschstratigraphie ist in diesem ursprünglich nördlicheren Faciesgebiet nur

a) das Flyschgebiet des Flibaches bei Weesen (vgl. Walenseekarte 1 : 25 000). Ich rechne diesen Flysch zu den mittleren helvetischen Decken (Axendecke).

Bloss als trennende Schichten der Decken von unbedeutender Mächtigkeit kommen ferner in Betracht:

b) Griesstockdecke. Über dem Seewerkalk des schwimmenden Griesstock-Fetzens am Klausenpass liegt Grünsand voll Assilina exponens und grauer Kalk, dann Mergelschiefer in der Facies der Stadschiefer[4]);

c) Mürtschendecke und Glarnerdecke: Im Linth- und Walenseegebiet folgt über dem Assilinengrünsand und aus diesem allmählich hervorgehend bis 400 m mächtiger Flyschmergel mit Globigerinen von bathyalem Charakter, dem Stadschiefer entsprechend.

d) Flysch der Wagetenkette (unterste helvetische Decke). Auf Seewerkalk (Turon) liegen die Bürgenschichten (vgl. p. 65—67), darüber gelblichgraue Schiefer mit dicken Taveyannaz-[5]) und anderen Sandsteinbänken, auch Nummulitengrünsandlagen; zusammen gegen 400 m. (Aussehen und Deckenstellung des subalpinen Flyschs nördlich des Wageten-Malm sind noch unbekannt.)

---

[1]) Geol. Karte des Säntisgebirges 1 : 25 000 von *Albert Heim* und *E. Blumer*, Beitr. z. geol. K. d. Schw. Lfg. 16 n. F. 1905, Atlas Tafel XIV und VII.

[2]) Der auf allen Karten als Flysch angegebene Schiefer bei Seewelen (Sevelen) im Rheintal schien mir bei einem Besuch eine überschobene Schuppe von Alvierschiefer (= Basis des Hauterivien) auf Seewerkalk zu sein. (Allenfalls könnten noch Wangschiefer in abnormer Facies in Frage kommen).

[3]) Über die Tektonik gibt besonders Aufschluss: *J. Oberholzer:* Die Überfaltungsdecken auf der Westseite des Linthtales, Eclogae geol. helv. 1908, Vol. Nr. 4, p. 531—555, Taf. 11—13.

[4]) Vgl. *Albert Heim:* Die vermeintliche Gewölbeumbiegung des Nordflügels der Glarner Doppelfalte etc. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1906, p. 403—431.

[5]) Vgl. *Ernst Blumer:* Zur Kenntnis des helvetischen Alpen-Nordrandes. Vierteljahrsschr. d. nat. G. Zürich 1906.

e) Axendecke (mittlere helv. Decke): Einzelne Reste grauen Mergelschiefers zwischen Sisikon und Näfels.[1])

Wir werden im folgenden von den besprochenen Flyschgebieten oder -Zonen nur die folgenden eingehend behandeln:

Sihltal-Einsiedeln;
Gross-Aubrig-Hinterwäggital;
Amden-Säntisdecke;
Wildhaus-Säntisdecke;
Flibach bei Weesen.

14. Sihltal-Einsiedeln

(obere helvetische Decken).

Wir treten in jenes klassische Gebiet der Nummulitenkalke, das durch *A. Escher*, *Kaufmann*, *Mayer-Eymar* und *P. de Loriol* berühmt geworden ist. Zahlreiche Petrefakten, ausser Nummuliten vor allem Echiniden, liegen in den schweizerischen Museen aufbewahrt. *P. de Loriol*[2]) hat die Revision der schweizerischen Echiniden des Tertiär vorgenommen und eine Menge von Arten und Stücken aus dieser Gegend vergleichend bearbeitet. Die wichtigsten Fundstellen für Echiniden sind die im Flysch jenes ausgedehnten waldigen Berglandes, nördlich Iberg eingelagerten Nummulitenkalke: „Blangg", „Gschwend", „Heikenflühli", „Sauerbrunn" und „Stöckweid"[3]). Ob dieser ausgedehnte Flysch noch zur Stirn der Drusbergdecke gehört oder schon als normales Hangendes der Aubrigdecke betrachtet werden muss, ist noch nicht endgültig festgestellt, doch scheint mir das letztere wahrscheinlicher.

Vor allem aber sind die Phosphoritschichten von Steinbach an der Strasse Einsiedeln-Iberg (Siegfriedblatt 259) durch die paläontologische Bearbeitung von *Mayer-Eymar*[4]) berühmt geworden. Sie sind auch im Auslande im Sinne

[1]) Die von *Burckhardt* („Beiträge" n. F., Lfg. V 1896) nördlich des Obersees, am Rautispitz, bei Sulzalp und Wannenstock-Aahorn als Eocaen-Flysch kartierten Mergel sind obere Kreide (Leiboden-Leistmergel); das Gebiet der Saasalp und Schweinalp ist Balfriesschiefer (Berriasien und Valangien.

[2]) *P. de Loriol:* Echinides tertiaires de la Suisse. Mém. Soc. Pal. Suisse 1875.

[3]) Vgl. *F. J. Kaufmann:* Beiträge zur geol. K. d. Schw., Lfg. XIV, Abt. II 1877, p. 103—116. — *Quereau:* Geol. Karte der Klippenregion von Iberg. „Beiträge" n. F., Lfg. III 1893.

[4]) *Mayer-Eymar:* Versteinerungen des Parisien der Umgegend von Einsiedeln. Beiträge zur geol. K. d. Schw., Lfg. XIV 1877.

von *Mayer-Eymar* allgemein als Parisien anerkannt worden. Wir werden diese durch ihre schwarze Farbe hervortretende Fauna, die in der geologischen Sammlung in Zürich durch *Mayer-Eymar* übersichtlich aufgestellt ist, als einen der stratigraphischen Grundpfeiler benützen, um von da aus die Brücken nach anderen Gesteinshorizonten und anderen Facies gleich alter Bildungen zu schlagen.

Leider hat *Kaufmann* in seinem „Beitrag“ 1877 die Foraminiferen nicht nach seinen eigenen Bestimmungen aufgestellt, sondern die Faunenlisten[1]) nach den Bestimmungen von *Mayer-Eymar* gegeben, die sich für die Foraminiferen nicht als einwandfrei erweisen (vgl. palaeontologischer Teil). Zudem hat leider *Mayer-Eymar* in seiner palaeontologischen Arbeit die Versteinerungen aus verschiedenen Gesteinshorizonten zusammengetragen.

Ich bin daher genötigt, meine Ergebnisse von 1908 im folgenden mitzuteilen:

1. Hagelfluh bei Eutal

(vgl. Siegfriedblatt 259 1:25000 und *Kaufmann*, „Beiträge“ Lfg. 14, p. 113).

f) Die Häuser Dörfli liegen auf ca. 40° südöstlich fallendem gelblich bis grünlichem, scharfkantig zerbröckelndem Mergel; tektonisch folgen darunter:

e) Ca. 25 m bräunlichgrauer Nummulitenkalk mit Glauconitkörnern, zu oberst knorrige Schicht von phosphoritischen Grünsandnestern mit **Trochocyathus.**

d) Ca. 4 m grüner, glauconitischer Kalk mit Nummuliten und Glauconitit mit grossen, dunklen Glauconitkörnern.

c) 8 m Rasenbord.

b) Ca. 10 m bräunlicher Nummulitenkalk.

a) Flysch-Foraminiferenschiefer.

Darunter folgen immer in gleicher südostfallender Lage orographisch drei weitere Nummulitenkalke zwischen Mergelschiefer mit Foraminiferen, wie in der oben zitierten Figur von *Kaufmann* richtig dargestellt ist.

Aus dem Nummulitenkalk e der Hagelfluh bestimmte ich folgende Grossforaminiferen:

Nummulina Murchisoni Brunn. var. **major** de la H.,
typisch, häufig, bis 25 mm Durchmesser bei höchstens 5 Windungen.

N. irregularis Desh., typisch und var. **formosa** de la H.,
typisch, massenhaft, grösstes Exemplar 35 × 2 mm.

---

[1]) Offenbar ist ein grosser Teil der Eocaen-Petrefakten des Sihltales von *A. Escher v. d. Linth* gesammelt worden.

N. distans Desh. (?), nicht häufig.

N. globulus Leym. (?)

Assilina granulosa d'Arch. var. **minor**, massenhaft.

Orthophragmina Marthae Schlumb. (?)

2. Steinbach.

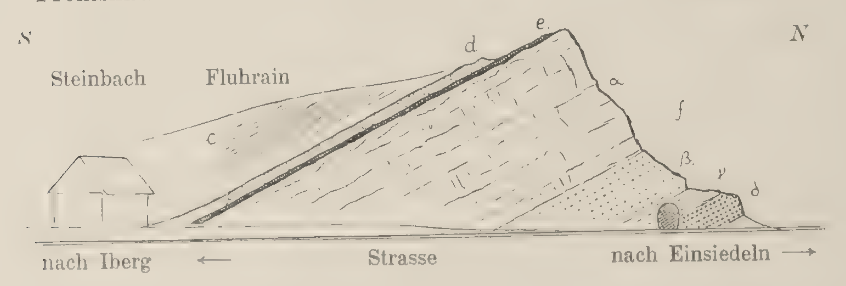
Man könnte versucht sein, die phosphoritische Schicht an der orographisch oberen Grenze des Nummulitenkalkes der Hagelfluh als Fortsetzung des Fossillagers von Steinbach zu betrachten, doch handelt es sich hier nur um Wiederholung der gleichen Facies. Die Schichten von Steinbach liegen tektonisch tiefer.

Das berühmte Phosphorit-Fossillager befindet sich bei Punkt 941 des Siegfriedblattes 259 und ist leicht zu finden. Ein unterbrochen mit Gras verwachsener Rasenhang steigt neben dem prächtigen Bauernhaus westlich auf der Schichtfläche aufwärts.

Das Hangende ist Flysch-„Foraminiferenschiefer", das Liegende Nummulitenkalk, darunter wieder Flysch. *Arn. Escher v. d. Linth* hat das Profil gut beschrieben.[1])

Fig. 15.

Profilskizze durch die Petrefaktenschicht von Steinbach-Einsiedeln.



Wenn wir von Süd nach Nord das Profil vom Hangenden zum Liegenden verfolgen, so finden wir:

a) Haupt-Flyschmasse, Wildflysch, bildet die waldigen Bergrücken südwestlich Eutal: nicht näher untersucht.

b) 20 m? Heller Nummulitenkalk-Felskopf „Fluh" bei Fluhhof-Steinbach, wahrscheinlich die westliche Fortsetzung der Hagelfluhrippe.

c) ca. 80 m grünliche bröckelige Mergel mit fucoidenartigen Streifen, (ähnlich Leibodenmergel der Kreide); bildet den grünen Wiesen-Rain bei Fluh-

[1]) *Arnold Escher* in *Kaufmann* Lfg. XIV, 1877, p. 108—109, Fig. 11.

hof und entspricht wahrscheinlich dem Rasenhang auf der rechten Talseite von Rustel bis Käseren.

d) 1 m „Wuhrstein“ (wurde zu Bachverbauung verwendet). Dunkelgrüner, zäher Glauconitkalk mit smaragdgrünen und schwarzgrünen, grossen und kleinen Glauconitkörnern in dichter Kalkgrundmasse (Facies ähnlich Altmannschichten der Churfirsten); steril. — Übergang

e) 0,3—0,5 m Phosphoritschicht; Haupt-Petrefaktenlager. Schwarzgrüne, knollige, glauconitreiche Schicht mit auffallenden weissen, z. T. konzentrischen Körnern (= Aragonit?, Facies des „Hakengrünsandes“ *Kaufmann's*). Ausser den von *Mayer-Eymar* beschriebenen Mollusken sind besonders häufig die Einzelkorallen der Gattung **Trochocyathus** und Nummulitiden (vergl. Taf. VI, Fig. 26):

Nummulina complanata Lam. var. **minor,**
typisch, bis 45 mm Durchmesser (z. B. 42 × 4 mm bei 26 Windungen).

N. Murchisoni Brunn.,
relativ dick, bis 28 mm Durchmesser bei 5—7 Windungen.

N. gallensis sp. nov., selten.

Assilina granulosa d'Arch. var. **minor** und **major,**
massenhaft und typisch, die kleinen stark granuliert, die grossen scheinen glatt; grösstes Exemplar 27 × 2 mm; einzelne Exemplare stehen nahe der A. spira.

A. exponens J. de C. Sow. (?),
vereinzelte Exemplare mit exponens - Querschnitt.

Orthophragmina discus Rütim. (?),
grosse, schlanke, granulierte Form.

f) ca. 25 m Nummulitenkalk, durch Übergänge mit der Phosphoritschicht verbunden, und zwar von oben:

α) ca. 15 m grauer, körniger Kalk mit Glauconitkörnchen, kompakt, massig, voll Grossforaminiferen:

Nummulina complanata Lam. var. **minor,**
typisch, ziemlich häufig, jedoch nicht sehr gross, meist unter 30 mm Durchmesser (Typus Wildhaus-Lisighaus).

N. gallensis sp. nov.,
massenhaft, micro- und megasphärisch, gleich wie auf Schwanau.

N. irregularis Desh.,
typisch, häufig, den Grünsand fliehend.

Assilina granulosa d'Arch. var. **major,**
bis 24 × 2 mm Durchmesser, typisch, massenhaft.

Orthophragmina discus Rütim. (?) var. **granulatocrassa,**
grosse Form wie auf Schwanau.

O. Archiaci Schlumb., häufig.

β) ca. 5 m dunkel grüngrauer Kalk, stark glauconitisch.

γ) ca. 2 m rötlicher Kalk voll kleiner Nummuliten.

δ) ca. 3 m Glauconitkalk mit dunkelgrünen Körnern.

g) Der liegende Flyschschiefer ist an der Strasse nicht aufgeschlossen.

Für die Paläobiologie ist sehr interessant die Abweichung der Faunenbestände der Phosphoritschicht von dem unmittelbar liegenden zoogenen, neritischen Nummulitenkalk, trotzdem beide miteinander durch lithologische Übergänge verbunden sind. Abgesehen von dem Fehlen der überraschenden Zahl der Phosphorit-Mollusken im Nummulitenkalk, sind im zoogenen Kalk charakteristisch **Nummulina gallensis** und **irregularis,** während **N. complanata**, **Assilina granulosa** und **Orthophragmina discus** durch beide Facies hindurchgehen.

Das Nummulitenlager von Steinbach liegt, wie in *Kaufmann's* Zeichnung richtig dargestellt ist, konkordant (ohne anzunehmende Faltung) zwischen zwei anderen Nummulitenkalken, von denen der eine offenbar die besprochene Hagelfluhrippe, der andere weiter nördlich an der Strasse nach Einsiedeln aufgeschlossen ist:

3. Steinbruch Kalch.

Dieser schön aufgeschlossene Nummulitenkalk an der Strasse befindet sich ca. 100 m unter dem Steinbacher „Riff". Obwohl die Felsen rings von Schutt und Vegetation umgeben sind, kann man sich im Sinne *Kaufmann's* contra *Escher* leicht überzeugen, dass es sich um anstehende und nicht um abgerutschte Felsen handelt. Sowohl Fauna als Gestein sind etwas verschieden von den hoch über Kalch in gleicher Schichtlage vorbeiziehenden Flühen des Steinbacher Nummulitenkalkes. Vom Hangenden zum Liegenden können unterschieden werden:

ca. 12 m grauer, massiger Kalk voll Nummulinen,
2 m roter Kalk voll Assilina granulosa var. minor.

Im zweiten etwa 50 m nördlich davon gelegenen Steinbruch kommen als Liegendes noch weitere 10 m von grün und rotem, oft in einem Stück durch ungleiche submarine Oxydation rot und grün fleckigem Kalk vor, der massenhaft Assilinen und häufige Seeigel enthält. Gesamtmächtigkeit ca. 30 m.

Da ein wesentlicher Unterschied der Fauna von oben nach unten nicht zu bemerken ist, stelle ich die Grossforaminiferen des oberen grauen und unteren roten Kalkes wie folgt zusammen:

Nummulina Murchisoni Brunn.,
typisch, häufig, auch var. **major** de la Harpe (30 × 2 mm bei 6 Windungen, einzelne sehr schmale Exemplare, sogar mit bis 35 mm Durchmesser!

N. Heeri de la Harpe, häufig, typisch.

N. irregularis Desh.,
häufig, typisch, und sehr grosse Varietät mit 31 mm Durchmesser auf 3 mm Dicke bei 5 bis 8 Windungen = var. **formosa** de la Harpe (Taf. VI, Fig. 28 rechts).

N. distans Desh.,
typisch, nicht selten; grösstes Exemplar = 24 × 9 mm bei ca. 17 Windungen (Taf. VI, Fig. 29).

N. cf. complanata Lam. (?) oder sp. nov.?, vergl. II. Teil Paläontologie und Taf. VI, Fig. 28 links; seltene, kleinere Exemplare.

N. sp. ind., mit sehr dicker Spirallamelle, die im Medianschnitt breiter ist als der Hohlraum, granuliert, Durchmesser 11,5 mm, vielleicht Varietät von N. gallensis; selten.

N. atacica Leym.

N. globulus Leym.

Assilina granulosa d'Arch. var. **minor,**
massenhaft, stark granuliert.

A. Leymeriei d'Arch. et H.

Orthophragmina Archiaci Schlumb.,
typisch, in einzelnen Schichtlagen massenhaft; mittlere Grösse (ferner eine grosse Form = var. **major** n.?).

O. Pratti Mich.,[1])
häufig; ausserordentlich dünne Form, mit Zentralknopf; feinste Pfeiler in regelmässigen Spiralen angeordnet.

O. discus Rütim. (?).

O. sella d'Arch.

O. dispansa J. de C. Sow.,
scheint typisch, aber nicht häufig, mit 10 mm Durchmesser, stark aufgeschwollen im Zentrum. — Ferner:

Ostrea gigantica Sol.,
Echinidenquerschnitte und **Pecten**, häufig, auch **Spondylus, Terebratula** etc.

---

[1]) Auf einem Exemplar von O. Pratti fand ich ein kleines Korn von Gold.

Diese Fauna gilt für Lutétien als typisch, hat sogar ganz den Charakter des unteren Lutétien des Adourgebietes. Als Charakteristikum für dieses Nummulitenkalklager gegenüber dem von Steinbach kann gelten das Fehlen der typischen **Nummulina complanata** und **N. gallensis.**

Allgemeine Lage der Nummulitenkalke von Eutal-Einsiedeln.

Bei einer Wanderung von Einsiedeln nach Eutal überrascht den Alpengeologen die ruhige, regelmässige, südöstlich fallende konkordante Übereinanderlagerung der verschiedenen Nummulitenkalke und Flyschmergelzwischenlagen, so dass man an eine normale Schichtfolge denken möchte. Stets wurde auch bisher die Phosphoritschicht von Steinbach als auf dem liegenden Nummulitenkalk abgelagert betrachtet. Allein aus Analogie mit dem Gebiet von Fli-Weesen könnte man das Fehlen der Nummulina gallensis und der typischen N. complanata bei Kalch als ein Anzeichen für ein stratigraphisch höheres Niveau halten. Berücksichtigt man die Tektonik, so sieht man, wie die Kreide am Klein-Aubrig nach Norden übergelegt auf verkehrtem Glauconitkalk mit Assilina exponens liegt und wie von hier an Konkordanz zu den liegenden Flyschmergeln mit den Nummulitenkalklagen des Hirzenegg-Rückens bei Eutal vorhanden ist.[1]) Der Hirzenegg-Rücken besteht aber aus den gleichen Nummulitenlagen wie Hagelfluh, Steinbach und Kalch. So werden wir zu der Annahme geführt, dass die ganze Schichtfolge von Kalch bis Eutal trotz der relativ regelmässigen Schichtlage verkehrt liege und zum Aubrig und damit zur Säntisdecke gehöre.

Die Ähnlichkeit der tektonischen Lage, Stratigraphie und Paläontologie der Nummulitenkalke von Einsiedeln bis Eutal mit denen am Lowerzersee springt in die Augen. Entweder muss an beiden Stellen verkehrte Schichtfolge und direkte Zugehörigkeit zur Rigihochfluhkette resp. Aubrig angenommen werden oder die Schichtreihe liegt normal und bildet als Ganzes eine Überschiebungsdecke für sich, zwischen der miocaenen Nagelfluh als Liegendes und der Rigihochfluh-Aubrigkreide oben. Zu dieser letzteren Annahme fehlen aber alle Anhaltspunkte.

Nachdem ich im Sommer 1908 z. T. allein, z. T. gemeinsam mit Herrn *J. Boussac* das Flyschgebiet von Iberg-Eutal-Gross-Aubrig durchwandert habe, bin ich in der folgenden Auffassung über die eocaene Schichtfolge gelangt, von der sich Herr *Boussac* überzeugen konnte. Wir finden von unten nach oben:

---

[1]) Vergl. *C. Burckhardt*, „Beiträge" n. F. Lfg. II, 1893, Taf. VII, Profil 47.

1. Leistmergel (Campanien).
2. Glauconitkalk mit **Assilina exponens** ca. 15 m = Bürgenschichten (an den Aubrigen, vgl. p. 53—56).
3. Mergelschiefer mit Globigerinen, am Gross-Aubrig ca. 90 m, scheint in der Drusbergdecke (Iberg) direkt durch Flysch und Sandstein vom Typus des Wildflysch ersetzt zu sein.
4. Wildflysch, Flysch mit Sandsteinbänken, reich an exotischen Blöcken, besonders polygenen Breccien, seltener Granit. Auch Einlagerungen von Mergelschiefer und Fucoidenlagen etc., ca. 1000 m oder mehr.
5. Gelbliche Mergelschiefer mit Globigerinen (Facies der Stadschiefer) und Nummulitenkalklagen (Nagelfluh, Steinbach, Kalch) 300—400 m.
6. Der Obwaldner Flysch *Kaufmann's* ist im Gebiet von Einsiedeln unbekannt.

Die Nummulitenkalke nördlich von Iberg, deren tektonische Lage noch nicht klar ist, zeigen im ganzen übereinstimmende Faunen mit denjenigen von Eutal-Einsiedeln. Ganz besonders auffällig ist die Identität der ca. 20 m mächtigen, 20—30° Süd fallenden Nummulitenkalklage im Talboden bei Niedlau-Unter-Iberg (Siegfriedblatt 259 1 : 25000) mit dem Nummulitenkalk „Kalch", sowohl nach Facies und Farbe, als auch nach Mächtigkeit und Zusammensetzung der Fauna.

Sicher und wichtig ist, dass die Nummulitenkalke von Einsiedeln bis Eutal (ebenso wie diejenigen nördlich Iberg) nicht, wie bisher angenommen, die ältesten Nummulitenschichten, sondern normale Einlagerungen im Flysch sind. Und dazu gehört auch die Fauna von Steinbach! Wir werden später die weiteren Schlüsse ziehen.

15. Gross-Aubrig-Hinterwäggital
(obere helvetische Decken).

Das Spezialprofil der Runse westlich Schräh am oberen Ausgang der Aubrig-Kluse ist bereits auf Seite 53—56 beschrieben worden. Die ca. 80 m Mergelschiefer an der Basis sind schon teilweise durch Wildflysch ersetzt, aber noch reich an Foraminiferen. Bei + in Fig. 8 p. 55 fand ich im Dünnschliff zahlreiche, prächtig erhaltene Globigerinen (Glob. cretacea d'Orb.), ferner Textulariden (Textularia, Bolivina?) und Rotaliden. Die Steinkerne sind oft Pyrit. Der Mergel enthält einzeln zerstreut schöne grüne Glauconitkörnchen.

Die Hauptmasse des Flyschs wird von Wildflysch mit Sandsteinbänken gebildet. Es ist eine gewaltige Schichtfolge von 1000—1500 m, die den normal

südlich abfallenden Schenkel von Gross- und Klein-Aubrig bildet und meistens von Tannenwald bedeckt ist. Bei Windegg, Nüssen und Rotherd fallen besonders die dicken Glimmersandsteinbänke[1]) auf, die oft die Hauptmasse des Flysches, meist aber nur Einlagerungen zwischen Schiefer bilden. Ferner findet man graue Kalkbänke, klingend harte Kieselkalkbänke, die genau wie Hauterivien-Kieselkalk aussehen, Fucoidenschiefer, Blöcke von exotischen Breccien, Konglomeraten, Ölquarzit etc.[2]). Zu hunderten findet man alle diese Blöcke in den Bachfurchen; aber nie fand ich eine anstehende Bank dieser Blockgesteine.

Den Nummulitenkalk Muttstein und Mützenstein im Hinterwäggital habe ich nicht besucht, doch schien er mir von weitem das normale Hangende der ganzen Wildflyschzone zu sein und stratigraphisch den Einsiedler Nummulitenkalken zu entsprechen.

16. Amden-Säntisdecke
(obere helvetische Decken).

Da ich die Gegenden der Walenseekarte, besonders Amden, Wildhaus und Flibach in meiner Churfirsten-Monographie in bezug auf das Eocaen sehr eingehend behandeln werde, begnüge ich mich im folgenden mit wenigen Bemerkungen.

In der Säntisdecke fehlen die Bürgenschichten mit Ausnahme des Nordrandes (vgl. p. 65) und es folgt über dem Senon (Leistmergel) direkt Flyschschiefer mit Sandstein und exotischen Blöcken[3]), kurz die Facies des Wildflyschs von *Kaufmann* (vgl. Walenseekarte geol. 1 : 25 000).

Es ist eine unendlich mannigfaltige Bildung mit so zahlreichen Faciesrepetitionen und Facieswechsel im Detail, dass es unmöglich erscheint, eine präzise zeitliche Gliederung aufzustellen. Es wechseln Mergel und Thonschiefer mit Sandsteinbänken, Globigerinenmergel vom Charakter der Stadschiefer, Fucoidenschiefer, blutrote und grüne Thone und Mergel, dichte Kalkbänke usw. Einlagerungen von Nummulitenbildungen sind spärlich; deren Fauna ist aber die gleiche wie im

[1]) *C. Burckhardt* hat auf seiner Karte 1 : 50 000 („Beiträge" 1896), auf die ich verweise, die Zone des Wildflyschs durch braune Punkte hervorgehoben. Jedoch hätte er diese nach Norden bis nahe an die Kreide (Bärlauibach-Windegg) ausdehnen sollen.

[2]) Bei Bärlauialp auf der Südseite des Gross-Aubrig fand ich im Bett des Bärlauibaches einen sehr sonderbaren Aufschluss von violettgrauem, mit Mergellagen gebänderten Gyps. Die Schichten liegen genau konkordant mit dem 45° südlich fallenden Wildflysch, als wären sie in diesem primär eingelagert. Mächtigkeit der Gipsschichten ca. 35 m. Herkunft (Klippen?) rätselhaft. Weiter unten im Bach liegen zahlreiche Blöcke von Klippen-Malm.

[3]) Vgl. *Arnold Heim:* Zur Frage der exotischen Blöcke etc. Eclogae geol. helv. Vol. IX. Nr. 3 1907, p. 414—417, 422.

Gebiet von Einsiedeln und Flibach. Überall, selbst in dem vermutlich obersten Nummulitenkalk (Fliegenspitz) ist **Assilina granulosa** zu finden. Der ganze Flysch, wohl ca. 1000 m, gehört noch zum Eocaen und zwar (vielleicht die Gipfellage des Fliegenspitzes ausgenommen) zum Lutétien. Der Ausdruck „Oligocaenflysch" beruht auf einer unbegründeten Gewohnheit.

Die exotischen Blöcke finden sich von unten bis oben ohne Gesetzmässigkeit zerstreut. Krystalline Silikatgesteine (Granite, Gneisse, Quarzporphyr etc.) sind meist vereinzelt, polygene Breccien, Arkosen, Sandsteine und grüne Quarzite massenhaft, so dass die Bäche oft von Blöcken überfüllt sind.

17. Wildhaus-Säntisdecke

(obere helvetische Decken).

Zum Unterschied der Gegend von Amden ist hier die Flyschfacies weniger reich an Sandstein, dafür aber sind graue, senonähnliche Mergel sehr ausgedehnt entwickelt. Wildflysch mit exotischen Blöcken folgt in mehrfachen primären Repetitionen.

Vor allem auffällig sind die weissen, massigen, organogenen Nummulitenkalke beim Dorf Wildhaus, die in überraschender Weise aus dem hügeligen, sumpfigen Flyschboden aufragen. Der landschaftlich auffälligste ist das Riff der „Wildburg", das mächtigste (ca. 70 m) dasjenige bei Lisighaus (vgl. Walenseekarte 1 : 25 000).

J. Früh)[1] hat 1890 die Lithothamnien der Wildburg[2]), von Lisighaus und Tobbach untersucht und kurze Beschreibungen dieser Riffe gegeben, jedoch ohne Bestimmung der Foraminiferen. Im folgenden erwähne ich nur die wichtigsten Arten aus dem Nummulitenkalk von Lisighaus:

Nummulina complanata Lam. var. **minor,**
nicht über 30 mm Durchmesser beobachtet (Taf. VI, Fig. 25).

N. Murchisoni Brunn. var. **minor** de la H.

N. distans Desh.

Assilina granulosa d'Arch.

Orthophragminen.

---

[1]) *J. Früh:* Zur Kenntnis der gesteinsbildenden Alpen der Schweizeralpen. Abh. d. schweiz. pal. G. Vol. XVII 1890, p. 23—26.

[2]) Vgl. Säntiskarte von *Albert Heim,* geol. 1 : 25 000. „Beiträge" n. F., Lfg. XVI 1905.

Sehr auffällig ist, dass die bedeutendsten Nummulitenkalke, wie diejenigen von Lisighaus und Wildburg, nur wenige hundert Meter lang sind und dann plötzlich im Flysch verschwinden. Das Riff der Wildburg besteht zum Teil aus Lithothamnienknollen, zum Teil aus einer fein weiss gesprenkelten Lithothamnienbreccie. Ein eigentliches Lithothamnienriff ist der 3 m dicke Kalk von Tobbach, der auf der einen Seite von Wildflysch, auf der anderen von grauem Mergel von bathyalem Aussehen begrenzt wird.

Was die stratigraphische Höhe über der Kreide betrifft, lässt sich nichts genaues ermitteln. Der Kontakt des Wildburgriffes mit der Kreide ist anormal, und bei Lisighaus ist nichts aufgeschlossen.

Es ist wohl möglich, dass in der Haupt-Tabelle im Abschnitt „Gliederung und Altersbestimmung“ die oben zitierten Nummuliten um eine Kolonne zu hoch gesetzt sind.

Sicher aber beweisen uns die allgemeine Lage der Einlagerungen wie die Fauna, dass wir auch hier den unteren Teil der Flyschgruppe vor uns haben, der dem Flysch des Flibaches und den Einsiedlerschichten zeitlich entspricht.

18. Flibach bei Weesen

(mittlere helvetische Decken).

Um die ursprünglich nächst nördlichere Facies kennen zu lernen, springen wir zum Walensee zurück.

Der Flysch des Flibachgebietes gehört zum normalen Hangenden der aus Kreide bestehenden Flifalte.[1])

Ich kann auch hier von einer detailierten Besprechung absehen, da ich dieses Gebiet später sehr eingehend behandeln werde.

Wir finden von unten nach oben:

1) 5—10 m „Assilinengrünsand“ (vergl. p. 64).
2) ca. 60 m gelblich graue Flyschmergelschiefer mit Körnchen (Globigerinen).
3) ca. 100 m Nummulitenkalke und Grünsande in mehreren Lagen, zwischen Flyschschiefer, die unterste 20 m mächtig, mit:

Nummulina gallensis sp. nov., **Assilina exponens** Sow., **A. granulosa** d'Arch., **Orthophragmina discus** Rüt., **O. Archiaci** Schl., **O. Pratti** Mich.

[1]) Vergl. Walenseekarte 1 : 25 000.

4) 200—300 m Flysch; graue Mergelschiefer mit Globigerinen, darin Austernbänke (**Gryphaea Escheri** nach *Mayer-Eymar,* **G. vesicularis** = Senon nach *Rothpletz*).

5) ca. 200 m? rote, grüne und weissgraue Nummuliten- und Lithothamnienkalke mit reicher Fauna, eingelagert in grünlichem Flyschmergel mit Globigerinen:

Nummulina distans Desh., **N. irregularis** Desh.[1]), **N. atacica** Leym., **N. globulus** Leym.

Assilina granulosa d'Arch.

Orthophragmina Archiaci Schl., **O. Pratti** Mich., **O. dispansa** Sow., **O. sella** d'Arch., **O. Chudeaui** Schl., **O. (Asterocyclina) stellata** d'Arch. (?),

Operculina etc., ferner massenhaft Echiniden in den Blöcken beim Reservoir[2]), besonders:

Echinolampas affinis Goldf., **E. Studeri** Ag.

Conoclypeus anachoreta Ag.

Linthia insignis Merian.

Pecten und **Spondylen** zahlreich etc.

So kann man hier deutlich ein unteres und ein oberes Niveau innerhalb des unteren Flyschs nach den Nummulitiden unterscheiden: Für das untere sind bezeichnend die granulierten Nummulinen und das Persistieren der **Assilina exponens** (und **Orthophragmina discus**), für das obere das Fehlen der genannten Arten, dafür das dominierende Auftreten der grossen, dicken **Nummulina distans.**

Im ganzen Flysch des Flibachgebietes kommen keine gewöhnlichen Sandsteinbänke vor; in dieser Hinsicht stimmt der Flysch mit dem der Mürtschen- und Glariser-Decke überein, während er in bezug auf die Nummulitenkalkeinlagerungen sich der Facies der höheren Decken anschliesst.

Wir erinnern uns nun auch wieder an die homologe Facies des unteren Flysch bei Sarnen-Melchaa (vgl. p. 98—102).

Würden wir uns nun im Eocaen-Meer weiter nach Norden bewegen, so erreichten wir bald wieder das Ablagerungsgebiet des gewaltigen autochthonen Glarner Flyschs, von wo wir zu unserer Flysch-Wanderung ausgegangen waren.

---

[1]) Vgl. *De la Harpe:* Etude des Nummulites de la Suisse. Mém. Soc. pal. Suisse 1883, pl. IV, f. 17—18.

[2]) Später zu vergleichen: Spezialkarte der Flifalte 1 : 3000 von *Arnold Heim,* Monogr. der Churfirsten etc. „Beiträge", Lfg. 20, Atlas Tafel XIV.

Gliederung und Altersbestimmung.

A. Lithologische Gliederung und Verbreitung der Eocaen-Ablagerungen.

Vertikale Abgrenzung der Pilatusschichten.

a) Das Liegende ist Malm bis obere Kreide; die Grenzfläche ist überall scharf, die Diskontinuität der Ablagerung ausser Zweifel.

Wo neritische Bildungen die Basis der Pilatusschichten bilden, sind an manchen Stellen „Basiskonglomerate" in der Literatur genannt (Nordseite des Thunersees). In manchen Fällen sind es aber nur Pseudo-Konglomerate und -Breccien, bedingt durch submarine Auslaugung des liegenden Kalkes vor Beginn der eocaenen Sedimentation. Auch Bohnerzbildungen sind in den ursprünglich nördlichen Regionen als Basis der Pilatusschichten bekannt. (Titlisgebiet, Blümlisalp, Diablerets.)

Im Gegensatz dazu ist die untere Grenze der Pilatusschichten dort glatt und selbst mikroskopisch messerscharf ohne jede Spur einer Bildung von Basiskonglomerat oder Breccie, wo die Pilatusschichten mit der bathyalen Facies des „Assilinengrünsandes" einsetzen (Walensee-Säntis, vgl. Tafel VI, Fig. 30).

b) Das Hangende, wo immer ein Kontakt beobachtet wurde, ist Flysch und dieser geht allmählich aus den Pilatusschichten, resp. Bürgenschichten hervor; es herrscht nach oben Kontinuität der Ablagerung.

Im Gebiet der Linth, des Walensees und Säntis konnte ich wohl an einem Dutzend Stellen die Grenze auffinden und überall einen allmählichen Übergang innerhalb weniger Dezimeter bis einiger Meter feststellen.

Vertikale Abgrenzung der Flyschgruppe.

Die untere Grenze ist soeben für diejenigen Gebiete besprochen worden, wo die Pilatusschichten entwickelt sind. Sie scheint nicht überall genau auf die gleiche Zeit zu fallen; der Flysch geht vielmehr das eine Mal direkt aus den Bürgenschichten, das andere Mal aus den oberen Pilatusschichten (Hohgantschichten) hervor, jedoch immer mit allmählichen Übergängen.

Wo die Pilatusschichten fehlen, wie in der Säntisdecke im Gebiet Wildhaus-Amden-Wiggis in den östlichen Schweizeralpen und in den Decken der Préalpes in der Westschweiz, scheint manchmal ein lithologischer Übergang von oberer Kreide in Flysch stattzufinden und die Grenze lässt sich oft kaum ermitteln. Eine Kontinuität der Ablagerung ist damit freilich noch nicht bewiesen. Man muss sich fragen, ob nicht da oder dort in diesen Gebieten (Amden) die Flyschfacies mit Sandsteinbildungen schon in der jüngsten Kreidezeit (Aturien, Danien) eingesetzt habe.

Die obere Grenze ist unbekannt. Strand-, Süsswasser- und terrestrische Bildungen, die bei einer allmählichen Emersion nach oben hätten eintreten sollen, sind unbekannt. Dass die exotischen Blöcke von Silicatgesteinen, Konglomeraten, Breccien usw. nicht als Strandbildungen betrachtet werden können, habe ich an anderer Stelle erörtert [1]). Ich weise nur darauf hin, dass die exotischen Einschlüsse weder an eine nahe Küste, noch an eine bestimmte Facies oder Meertiefe, noch an eine eng bestimmte Höhe innerhalb der Flyschbildungen gebunden sind und schon im bathyalen Senon gefunden wurden (Amden, Vorarlberg). Zudem sind exotische Blöcke aus den jüngsten Flyschbildungen der Obwaldner Schichten unbekannt.

Die nächst jüngeren Bildungen sind die oligocaenen Sedimente der Molasse, ausserhalb des nördlichen Alpenrandes. Innerhalb der Alpen folgt als nächst jüngere Bildung über dem Flysch in Diskontinuität und Diskordanz direkt das glaciale Quartär.

Vom Lutétien an bis zum Ober-Oligocaen sind somit Bildungen aller Zeiten denkbar; wir werden aber noch sehen, dass oligocaene Ablagerungen mehr als unwahrscheinlich sind.

Die Bürgenschichten.

Ich habe schon wiederholt hervorgehoben, dass sich die Flyschgruppe von den Pilatusschichten *Kaufmann's* chronologisch nicht sicher über ein grösseres Gebiet hin abtrennen lässt.

Dagegen scheinen die unteren Pilatusschichten, die „Complanataschichten" *Kaufmann's* nach bisheriger Erfahrung durch die ganze Schweiz hindurch in ein und derselben Zeit abgelagert worden zu sein und einen scharfen lithologischen Horizont zu bilden.

---

[1]) *Arnold Heim:* Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch. Eclogae geol. helv. 1907, p. 413—424.

Die Bezeichnung „Complanataschichten“ entbehrt der Schärfe und muss vermieden werden, sobald ein weiteres Gebiet mit all den mannigfaltigen Facies- und Faunenveränderungen in Betracht gezogen wird und zwar besonders aus folgenden Gründen:

1. **Nummulina complanata** steigt gelegentlich hoch in den Flysch hinauf (Ragaz, Elm, Steinbach, Wildhaus, Sarnen etc.).
2. Sie fehlt auch meist oder ist relativ selten im unteren Teil der „Complanataschichten“ *Kaufmann's.*
3. Sie verschwindet in horizontalem Sinne sowohl gegen zu grosse Meertiefe hin (Ostschweiz), als auch in neritisch-litoraler Zone, besonders bei brackischem Einfluss. Die gleichen Schichten von gleichem Alter und Mächtigkeit erstrecken sich aber weiter. — Auch derjenige, der mit meiner Altersordnung einverstanden ist, würde sich mit Recht nicht entschliessen können, z. B. von den „Complanataschichten“ der Diablerets zu sprechen.

Von den drei Facies der „Complanataschichten“ *Kaufmann's* kann nur die eine stehen bleiben, die *Kaufmann* 1886 als

Bürgenfacies, Bürgenschichten

bezeichnet hat. Da am Bürgenstock die „Complanataschichten“ besonders schön entwickelt und abgegrenzt sind und der Bürgenstock am Vierwaldstättersee zudem eine zentrale Stellung einnimmt, so schlage ich vor, an Stelle der *Kaufmann'schen* „Complanataschichten“ = untere Pilatusschichten fortan zu setzen:

Bürgenschichten.

Die Bürgenschichten bilden die erste Hauptabteilung der schweizerischen Nummulitenbildungen. Sie sind nach unten durch Mesozoikum oder terrestrisch-lakustre Bildungen (Bohnerz) abgegrenzt und führen nach oben in die oberen Pilatusschichten resp. deren äquivalente Flyschfacies über.

Um alle Missverständnisse über die Abgrenzung der Bürgenschichten auszuschliessen, gebe ich wie folgt die Nummern des Profils Bürgenstock und der faciell am nächsten liegenden Spezialprofile.

Bürgenschichten in Spezialprofil	Nase-Bürgenstock	=	Nr.	1—8	auf Seite	48—49
„ „ „	Sisikon	=	„	1—5	„ „	51—52
„ „ „	Pilatus-Klimsenhorn	=	„	1—6	„ „	41—42
„ „ „	Kistenpass	=	„	1—7	„ „	16—17
„ „ „	Wageten	=	„	a—e	„ „	66—67

Die Einsiedlerschichten.

Wenn wir von den noch ungenügend bekannten oberen Pilatusschichten absehen, so folgt mittelbar über den Bürgenschichten die Flyschgruppe, und zwar mit den Bezeichnungen *Kaufmann's*

„Der untere Flysch oder Rigischichten, Rigian“.

Ich habe schon pag. 102—103 gesagt, warum diese Bezeichnung gestrichen werden muss. Da die berühmten Nummulitenkalke im Flysch von Einsiedeln [1]) genau dem entsprechen, was *Kaufmann* als Rigischichten bezeichnet hat, so soll fortan an dessen Stelle

Einsiedler-Schichten oder **Einsiedler Flysch**

gesetzt werden.

Die untere Abgrenzung der Einsiedlerschichten ist noch so lange unsicher, bis die zeitliche Übereinstimmung oder Nicht-Übereinstimmung des „oberen Quarzsandsteins“ am Pilatus-Klimsenhorn mit dem Taveyannazsandstein festgestellt ist. Der echte Stadschiefer soll aber bereits mit Bestimmtheit zum Einsiedler Flysch gerechnet werden.

Die obere noch ungenügend bekannte Abgrenzung ist gegeben durch den überlagernden Obwaldner Sandstein.

Die Obwaldnerschichten.

Soweit bis jetzt bekannt, stellen die 1000 m oder mehr mächtigen, harten Flysch-Sandsteine der Schlierengegenden in Obwalden, westlich und nördlich des Sarnersees, die jüngsten alpinen Sedimente dar. Sie überlagern den Wildflysch mit Einsiedlerfauna. Es bleibt allerdings noch nicht ganz ausser Zweifel, ob die Obwaldner Sandsteine den oberen Teil des Glarner Wildflyschs mit Einsiedlerfauna faciell vertreten — man wird an diese Frage erinnert, 1. weil südlich des Pilatus die Einsiedlerschichten ausnahmsweise wenig mächtig entwickelt sind (ca. 400 bis 600 m nach *Kaufmann*) und 2. weil *Kaufmann* von lokaler Wildflysch-Facies im Obwaldner Sandstein spricht.

---

[1]) Der Ort Einsiedeln liegt allerdings noch ganz auf Molasse. Die berühmten Nummulitenkalke von Steinbach, Eutal, Kalch liegen aber alle im Bezirk Einsiedeln. Da zudem die Faunen von Steinbach, Blangg usw. durch *Mayer-Eymar* als Fauna von Einsiedeln benannt wurden und diese Benennung in der Literatur allgemein geworden ist, so scheint es mir richtiger, die Bezeichnung nach Einsiedeln beizubehalten, als einen neuen Namen zu machen.

Ebenso unsicher ist es, ob der autochthone Altdorfer Sandstein zeitlich mit dem Obwaldner Sandstein zusammenfällt.

Weitere Gebiete mit Obwaldner Flysch sind unbekannt, und eine Gliederung kann nach unseren jetzigen Kenntnissen nicht vorgenommen werden.

Verbreitung der Bürgen- und Einsiedlerschichten.

Bürgen- und Einsiedlerschichten sind über die ganzen Schweizeralpen verbreitet. Der Einsiedler Flysch wurde als kontinuierliche Decke über das ganze damalige Meergebiet der jetzigen Schweizeralpen abgelagert und erreichte überall (mit fraglicher Ausnahme des autochthonen Nordrandes des Aarmassivs vom Titlis an westwärts) eine ausserordentliche Mächtigkeit (vergl. die später folgende Fig. 19).

Die Bürgenschichten scheinen zwar einen zeitlich konstanten Horizont von etwa 5—80 m zu bilden, fehlen jedoch in der südlichen helvetischen Facieszone der Säntisdecke im Osten und in den „vindelicischen" Decken der Préalpes und „Klippen". Ob sie durch Wildflyschfacies ersetzt sind, ist mehr als fraglich — aber sicher wird das mittelbare Hangende des Senon im genannten Faciesgebiete durch Einsiedler-Flyschschichten gebildet.

Gliederung der Bürgenschichten.

Wir gehen von dem zentralen Gebiet des Vierwaldstättersees aus. Dort finden wir eine ausgesprochene Zweiteilung:

2. Obere Bürgenschichten: Kalke und Sandkalke, Haupt-Niveau der Nummulina complanata. Complanataschichten s. str.
1. Untere Bürgenschichten: Glauconitschichten mit Assilina exponens, Nummulina uroniensis und Orthophragmina discus; Exponensschichten s. str. („Assilinengrünsand").

Diese Zweiteilung lässt sich in die östlichen Schweizeralpen verfolgen und ist ebenso deutlich an der Wageten und am Kistenpass. Am Aubrig kann ich sie nicht erkennen, da ich dort nur sicher die Glauconitschichten mit Assilina exponens kenne. In den unteren helvetischen Decken des Walensee-Linthgebietes und am Nordrand der Säntisdecke (Bommenalp-Säntis) bleibt der untere Teil, der „Assilinengrünsand", konstant, während der obere Teil, der den Complanataschichten s. str. des Vierwaldstättergebietes entspricht, als bathyale Mergelkalke entwickelt und

fossilleer ist. Besonders deutlich und mächtig (ca. 15 m) ist dieser den Complanataschichten entsprechende Teil in der Glarnerdecke, bei Netstal (vgl. p. 63).

Verfolgen wir nun die Zweiteilung vom Vierwaldstättersee gegen Süden und Westen. Am Pilatus-Klimsenhorn ist sie noch ganz gleich, doch sind die Äquivalente der Glauconitschichten stark versandet und nur noch teilweise glauconitreich. Die Assilina exponens ist verschwunden, weil die Meertiefe zu gering geworden ist; dagegen hält Nummulina uroniensis noch aus, die andererseits nicht in die tiefste Zone hinabsteigt. Es treten neu auf Nummulina Boucheri und Nummulina striata.

Weiter südwestlich scheint in der Pilatuskette die untere Abteilung, die den Exponensschichten entspricht, bald auszukeilen — sicher ist sie am Thunersee verschwunden, indem dort die Complanataschichten (Waldegg) oder noch jüngere Schichten (Hohgantschichten) unmittelbar der Kreide aufliegen.

Am Schlossberg und den Gadmerflühen ist nun in den versandeten Complanataschichten s. str. auch die Nummulina complanata verschwunden, denn diese Art meidet die Nähe des Litorals und zu starke Versandung. Im übrigen sind Mächtigkeiten und Ausbildung wenig verändert. Es tritt neu auf Nummulina Heeri und an den Gadmerflühen auch Nummulina Fabianii. Das Liegende der dem Haupt-Niveau der Nummulina complanata entsprechenden Schichten ist nun nicht nur neritisch geworden, sondern zeigt bereits brackischen Einfluss und damit totale Faunenveränderung. Die Nummuliten sind verschwunden und an deren Stelle tritt die „Cerithien-Fauna".

Es ist also nach dieser Ableitung wahrscheinlich, dass die Cerithienschichten der Titliskette genau oder annähernd die Exponensschichten der Zentral- und Ostschweiz vertreten, d. h. den unteren Bürgenschichten entsprechen. In diesem Sinne habe ich auch auf der Haupt-Tabelle nach pag. 140 die Cerithienschichten der Diablerets eingeordnet.

Gliederung der Flyschgruppe.

Im Flysch verhindern die raschen Faciesveränderungen eine weitere durchgreifende Gliederung als

2. Obwaldner Schichten,
1. Einsiedler Schichten.

Die Obwaldner Schichten lassen sich zurzeit nicht weiter gliedern. Wir betrachten also im folgenden nur die Einsiedler Schichten.

a) Die ursprünglich südöstlichere Haupt-Facieszone.

Wenn die Einsiedler Schichten auch noch nicht durch alle Facies hindurch und über die ganzen Schweizeralpen einheitlich zerlegt werden können, so lässt sich doch — zwar nicht mit Schärfe — eine Zweiteilung weithin verfolgen:

Den oberen Teil nimmt gewöhnlich Flysch mit Sandstein und Wildflysch mit exotischen Blöcken ein. Er schliesst die Nummulitenkalke mit Einsiedler Fauna ein [1]). Von Nummuliten sind bezeichnend: Nummulina distans, irregularis, Murchisoni var. major, Assilina granulosa, ferner Orthophragmina Archiaci; von Echiniden: Echinolampas affinis, Linthia insignis, Conoclypeus anachoreta, Conoclypens Ibergensis, Prenaster alpinus etc.

Der untere Teil wird vorherrschend durch Mergelschiefer gebildet. Es gehört hierzu der typische Stadschiefer [2]) (und die möglicherweise damit zeitlich zusammenfallenden Sandsteine und Dachschiefer der ursprünglich nördlicheren Zone) [3]). Von Nummuliten sind bezeichnend [4]): Nummulina gallensis; Assilina exponens persistierend.

Eine scharfe allgemeine Gliederung ist deshalb ausgeschlossen, weil im Flysch, abgesehen von dem Facieswechsel in horizontaler Richtung, auch unzählige primäre Repetitionen gleicher Facies auftreten, die sich nicht an ein bestimmtes Niveau halten und auch jedesmal wieder im ganzen die gleiche Fauna mit sich bringen.

b) Die ursprünglich nordwestliche Haupt-Facieszone.

Diese ist ausgezeichnet durch das Vorhandensein von Taveyannazgestein, das der südlichen vollständig fehlt. Für dieses ganze weite Gebiet von Ragaz am Rhein bis an die Rhone (inkl. Diablerets) lässt sich vielleicht einmal nach Auf-

[1]) Die Nummulitenkalke von Einsiedeln überlagern zwar primär die Hauptmasse des Wildflysch; doch scheint es mir wahrscheinlich, dass darüber noch einmal eine Portion Wildflysch folgen würde.

[2]) Das Niveau der echten Stadschiefer von Alpnach-Stad ist am deutlichsten zu ersehen in Fig. 6, p. 45, in der die obersten horizontalen Linien beim Wort „Südrand“ die Stelle von Stad bezeichnen.

[3]) Im südlichsten helvetischen Faciesgebiet der östlichen und zentralen Schweizeralpen und ebenso im Flysch der Klippen- und Brecciendecke in den Préalpes scheint die Wildflyschfacies schon von unten an den Flysch zu beherrschen.

[4]) Damit soll nicht etwa gesagt sein, dass diese nicht gelegentlich auch in die höhere Unterabteilung hinaufsteigen (Steinbach, Schwanau).

nahme besserer Spezialprofile mit Mächtigkeitsangabe die schöne Gliederung des autochthonen Glarner Flyschs durchführen, nämlich von oben:

5) Wildflysch mit Nummulitenkalken, Einsiedler Fauna.
4) (Die Abteilung des Blattengrates, Mergelschiefer mit Nummulitenkalklagen scheint faciell vergänglich zu sein und wird sich kaum in den westlichen Schweizeralpen nachweisen lassen.)
3) Die Abteilung der Dachschiefer und Sandsteine geht durch vom Rhein bis nach Engelberg und nach den ungenügenden Literaturangaben vermutlich auch bis zur Rhone (Blümlisalp, Diablerets).
2) Die Taveyannazgruppe (das möglicherweise Äquivalent des oberen Quarzsandstein am Pilatus-Klimsenhorn) geht in der ursprünglich nordwestlichen Haupt-Facieszone durch vom Rhein bis an die Rhone und nimmt allem Anschein nach überall das gleiche Niveau ein. Bei Taveyannaz an den Diablerets scheint nach *Renevier* das Taveyannazgestein besonders mächtig zu sein. Bezeichnend ist, wenigstens für die östlichen und zentralen Schweizeralpen das scharfe und plötzliche Einsetzen und im Gegensatz dazu das allmähliche Ausklingen nach oben und Übergehen in die Dachschiefer und Sandsteine.
1) Die tiefsten Flyschschichten (das möglicherweise Äquivalent der Pektinitenschiefer) sind ausgezeichnet durch die Stadschieferfacies: Graue Mergelschiefer mit Globigeriniden, lokal teilweise versandet (Schlossberg). Sie nehmen im Glarnerland von Süden nach Norden an Mächtigkeit ab (300 bis 50 m). Es sind die „schistes à Globigérines“, die *Lugeon* vom Balmhorn an der Gemmi erwähnt (vgl. p. 25).

B. Zeiteinteilung des Eogen im allgemeinen.

Wenn wir gerecht sein wollen, so müssen wir die internationalen Zeitstufen von dort her ableiten, wo die entsprechenden Ablagerungen am besten entwickelt, am einfachsten gelagert und am besten studiert sind. In der Kreide wie im Eogen müssen wir uns auf französische Basis stützen. Für die Einteilung des Mittel- und Alttertiär ist besonders das Pariserbecken massgebend geworden. Wir unterscheiden im Sinne der Pariser Geologen folgende, zwar leider ungleichwertige

Zeiten, und versuchen die in der Schweiz gebräuchliche Einteilung nach *Mayer-Eymar* damit zu vergleichen :

Neue Zeiteinteilung				Einteilung nach *Mayer-Eymar*		Haupt-Gesteinsstufen in der Umgebung von Paris
Oligocaen		Rupelien (= Stampien)		Tongrian	Ruepelon	Sables de Fontainebleau
Oligocaen		Sannoisien (= Lattorfien)		Ligurian	Henisin	meulière de Brie glaises vertes marnes blanches, bleues
Eocaen	oberes	Ludien	(Parisien d'Orbigny)	Ligurian	Montmartron	Gypse et marnes (Mt martre)
Eocaen	oberes	Bartonien s. str. = Wemmelien	(Parisien d'Orbigny)	Bartonian s. l.	Mortolin	Sables de Cresne Calc. lacustre de St Ouen
Eocaen	mittleres	Auversien	(Parisien d'Orbigny)	Bartonian s. l.	Auverson	Calc. de Ducy Sables de Beauchamps
Eocaen	mittleres	Lutétien	(Parisien d'Orbigny)	Parisian	Grignonin Chaumonton	Calcaire grossier
Eocaen	unteres	Yprésien		Londinian	Bagshotin Bognoron	Sables de Cuise etc.
Eocaen	unteres	Landénien { Sparnacien Thanétien		Suessonian	Upnorin Thaneton	Argile plastique, lignite

An Stelle des in der Schweiz noch allgemein gebräuchlichen zweideutigen „**Parisien**“ ist die Einführung des eindeutigen, und in Frankreich und Italien allgemein gebräuchlichen **Lutétien** *(Lapparent)* zu empfehlen.

Das **Auversien** wird im allgemeinen *(Mayer-Eymar, Lapparent)* als unterer Teil des Bartonien sensu lato aufgefasst. Nun zeigt aber das Auversien faunistisch so enge Anklänge an das Lutétien, dass ein viel grösserer Unterschied zwischen Auversien und Bartonien sensu stricto besteht, als zwischen Auversien und Lutétien. Die Nummulitiden des oberen Lutétien treten fast alle, wenn auch nicht mehr in gleicher Häufigkeit noch im Auversien auf, während sie im Bartonien s. str. verschwunden sind.[1]) In diesem Sinne habe ich in der vorangehenden Tabelle das Auversien noch zum Mitteleocaen gerechnet.

Das Auversien kann einem Lutétien allerdings nicht ebenbürtig zur Seite gestellt werden. Es kann aber auch nicht mit dem Lutétien vereinigt werden,

[1]) Ich muss hier dahin gestellt lassen, ob diese französische Auffassung allgemein richtig sei oder nicht.

weil das Lutétien den Vorzug hat, von allen Geologen im gleichen Sinne (exklusive Auversien) gebraucht zu werden. Es bleibt also nichts anderes übrig, als auch für die Zeiteinteilung der Schweizeralpen mit einem Auversien zu rechnen und das Bartonien zeitlich einzuschränken. In diesem Sinne hat besonders *J. Boussac* in verschiedenen neuesten Arbeiten das Auversien als vom Bartonien getrennte paläontologische Zone behandelt.

Das **Ligurien** *(Mayer-Eymar)* darf nicht mehr gebraucht werden, seitdem *Sacco*[1]) gezeigt hat, dass die betreffenden Ablagerungen in Ligurien unter dem Bartonien liegen.

Die zeitliche Abgrenzung des Eocaen gegen das Oligocaen kann für das Anglo-Pariserbecken als vorläufig erledigt betrachtet werden.[2])

Als Zusammenfassung für Bartonien s. str. und Ludien wird neuerdings von französischen Autoren[3]) vielfach ein **„Priabonien“** (nach Priabona im Vicentino) eingesetzt. Allein die genannte Parallelisierung mit den Schichten des Pariserbeckens ist noch durchaus hypothetisch, wahrscheinlich sogar unrichtig. Und es ist nicht zu verwundern, wenn über die zeitliche Stellung der Priabonaschichten die Meinungen weit auseinandergehen. Da keine direkte Meerverbindung zwischen dem Pariserbecken und den Alpen bestand, bleibt auch die paläontologische Altersbestimmung im Rahmen der Hypothese. Sind nun einmal die Schichten des Anglo-Pariserbeckens zur internationalen Chronologie allgemein aufgenommen, so ist es prinzipiell nicht gerechtfertigt, inmitten der extra-alpinen Zeitnamen einen solchen der alpinen Provinz einzufügen. Aus den genannten Gründen empfiehlt es sich, „Priabonien“ als Zeitstufe zu vermeiden und die durch *P. Oppenheim*[4]) meisterhaft bearbeitete Priabonafauna vorläufig bei der Altersbestimmung auszuschalten.

---

[1]) *F. Sacco:* Les terrains tertiaires de la Suisse. B. Soc. Belge de Geol. 1888 tome II, p. 272.

[2]) Vergl. *J. Boussac:* La limite de l'Eocène et de l'Oligocène B. S. G. E. 4me Série t. VII, pag. 400—411.

[3]) In neuester Zeit besonders von *J. Boussac,* z. B. Note sur la succession des Faunes nummulitiques à Biarritz. B. S. G. F. 1908, pag. 237—255.

[4]) *P. Oppenheim:* Die Priabonaschichten und ihre Fauna. Palaeontographica Bd. XLVII, 1900/01

C. Die paläontologische Altersbestimmung.

Allgemeines.

Wir kennen noch lange nicht alle horizontalen Übergänge und Faciesveränderungen zwischen den Schweizeralpen und den klassischen Gebieten Oberitaliens und des Adourbeckens.

So sind wir gezwungen, von der einzig strengen Altersbestimmung auf Grund der vergleichend lithologischen Beobachtung abzusehen und die übliche, auf Hypothese beruhende, paläontologische Methode der Altersbestimmung zum Ausgangspunkt zu wählen. Diese Hypothese lautet: gleiche Faunen haben in gleichen Zeiten gelebt. Je ausgiebiger und je besser das paläontologische Material erhalten ist, je näher sich die nach dem Alter zu bestimmenden Schichten den Lokalitäten befinden, wo die Zeiteinteilung vorgenommen wurde, je enger die Faciesverbindung und je ähnlicher die zu vergleichenden Facies sind, um so näher rückt die Hypothese an die Wahrheit heran und um so sicherer wird die paläontologische Altersbestimmung.

In diesem Sinne sind wir für die Altersbestimmung nicht besonders gut bestellt und daher rührt auch die bestehende Verwirrung der Altersbestimmung. Es fehlt jede direkte eocaene Meerverbindung des Pariserbeckens mit den Alpen. Auf die Altersbestimmungen der klassischen Gebiete von Oberitalien und des Adourgebietes dürfen wir nicht aufbauen; denn wir würden damit eine Hypothese auf schon bestehende Hypothesen aufsetzen. Begünstigend hingegen ist der Umstand, dass im Thunersee- und Diablerets-Gebiet neben marinen auch Brack- und Süsswasser-Faunen vorkommen, d. h. Bildungen, wie sie in ähnlicher Art im Pariserbecken bis Belgien und England vorliegen.

Wir wählen als Grundpfeiler, auf die wir weiter aufbauen werden, die drei wichtigsten marinen Faunen:

1. Fauna der „Couches à Cérites“ an den Diablerets, bearbeitet durch *Renevier*, Beiträge 1890, p. 382—389. — 167 Species.
2. Fauna der Hohgantschichten vom Niederhorn (vgl. Tab. nach p. 140), bearbeitet von *Mayer-Eymar* und in „Beiträge“, Lfg. 24 1886, p. 85—118, Tafel I—VI registriert als „Unteres Bartonian der Hohgantkette“. Stratigraphie vgl. *Kaufmann*, „Beiträge“, Lfg. 24 1886, p. 297—299. — 460 Species.

3. Fauna der Phosphoritschicht von Steinbach bei Einsiedeln, bearbeitet durch *Mayer-Eymar* in „Beiträge“, Lfg. 14 1876, p. 3—100, Tafel I—IV. — 435 Species.

Für die Altersfrage sind weiter von besonderer Bedeutung die Faunen des „Calcaire à Nummulites“ des Diablerets-Gebietes *(Renevier)*, die Faunen der Nummulitenkalke im Flysch bei Iberg (Stöckweid, Blangg, Sauerbrunn etc.), bestimmt durch *Mayer-Eymar* in *Kaufmann*, Lfg. 14 1877, p. 105—108, die Fauna vom Flibach (Reservoir und Eckstein), vom Verfasser untersucht und in den „Beiträgen“ zu veröffentlichen usw.

Auf die Fucoiden trete ich nicht ein, da sie zur Altersbestimmung unbrauchbar sind.

Wir betrachten zunächst:

Die Faunen der Diablerets.

Renevier hat durch überaus sorgfältige Untersuchung festgestellt, dass von den 167 Species der „Couches à Cerithium Diaboli“, die vorherrschend Gastropoden und Bivalven zufallen, 13 % tongrische, 28 % bartonische, 65 % lutetiane und 19 % suessonische Formen sind. Der Schwerpunkt fällt auf die Mitte des Lutétien.

In dem höheren, rein marinen „Calcaire à Nummulites“ hat sich die ganze Fauna trotz fast unmittelbarer Überlagerung ohne Diskontinuität infolge von Faciesveränderung gründlich verändert (nur noch 17 % gleiche Species). *Renevier* findet es überaus merkwürdig, dass hier noch ein grösserer Prozentsatz (von 129 Species 78 %) Lutétien-Formen vorhanden ist (l. c. p. 409). Trotzdem stellt *Renevier*, zum Teil wegen der stratigraphischen Lagerung über den Cerithienschichten, den „Calcaire à Nummulites“ zum Bartonien. Da nach meiner Ansicht die ganze Schichtfolge vom Mesozoikum bis zum Flysch dem mittleren Lutétien angehört, so liegt für mich in der prozentualen Zusammensetzung der Faunen an den Diablerets nur eine überraschende Bestätigung. Der Schwerpunkt fällt abermals auf die Mitte des Lutétien!

Warum die höheren „schistes nummulitiques supérieurs“ zum Bartonien gezählt werden, entbehrt aus Fossilmangel, wie *Renevier* selbst zugibt, jeder näheren Begründung. Das gleiche gilt für den Flysch.

Allein es bleibt noch eine Frage, die *Renevier* nicht berücksichtigt hat. Nummulina intermedia-Fichteli aus dem „Calcaire à petites Nummulites“,

durch *de la Harpe* bestimmt, gilt allgemein als „leitende“ Form für Ludien und Stampien. Indessen handelt es sich wahrscheinlich nicht um Nummulina intermedia, sondern um die seither abgetrennte Nummulina Fabianii Prev., die als Leitfossil für Obereocaen, „Priabonien“, figuriert. Ich habe nun ohne bestimmte Absicht gefunden, dass die Nummulina Fabiannii in den Schichten mit kleinen Nummuliten des Titlisgebietes das Niveau der „Complanataschichten“ *Kaufmann's* einnimmt. Auch derjenige, der sich zu dieser Ansicht nicht zu bekennen vermag, sollte doch eine Protozoënart nicht höher als eine ganze höher organisierte Fauna bewerten. Mit der Nummulina Fabianii ist zudem im Titlisgebiet und an den Diablerets Nummulina Murchisoni vergesellschaftet, die sonst für unteres Lutétien charakteristisch sein sollte.

Das Gesagte genügt um einzusehen, dass die kleinen Nummuliten mit Leisten-Netz (Nummulina Fabianii) in der Diskussion der Altersbestimmung nicht weiter berücksichtigt zu werden brauchen.

Nachdem zuerst die Diableretsschichten 1854 durch *Hébert* und *Renevier* als zeitliches Aequivalent mit dem Gyps des Mont Martre in Paris (Ludien) parallelisiert wurden, setzte *Tournouër* und dann auch *Renevier* (1890) die Cerithienschichten tiefer, in das obere Parisien. *Mayer-Eymar* hatte sie als Tongrien erklärt und holte sie nach *Tournouër* ebenso ins „obere Parisien“ herunter.

Die neueren Autoren schieben sie wieder hinauf — wie immer nur auf Grund der paläontologischen Methode und von der Idee ausgehend, die Priabonaschichten, mit denen sie so grosse Übereinstimmung zeigen, seien oberstes Eocaen oder Oligocaen.

Haug[1]) stellt die Cerithienschichten ins obere Bartonien, das „Priabonien“ mit Tongrien inférieur zusammenstellend[2]). *Oppenheim*[3]) hält sie für Unter-Oligocaen. *Douxami* l. c. und *Boussac* stellen sie in das „Priabonien“ im Sinne von Bartonien + Ludien. *Dollfus*[4]) ist geneigt, sie für Mittel-Oligocaen, Sannoisien zu halten; es scheint ihm „d'autre part solidement établi que les couches à Rotularia spirulaea appartiennent au Bartonien“[5]) usw.

[1]) *E. Haug:* Sur l'âge des couches à Nummulites contortus et Cerithium Diaboli. B. S. G. F. 1902, p. 483—498.

[2]) und erklärt den darüber folgenden Flysch als „Tongrien supérieur“ und Stampien.

[3]) *P. Oppenheim:* Das Alttertiär der Colli Berici in Venetien, die Stellung der Schichten von Priabona und die oligocaene Transgression im alpinen Europa. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1896. Tabelle pag. 152.

[4]) B. S. G. F. 1902, p. 498.

[5]) Wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, gibt es in den Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen kein schlechteres Leitfossil als Rotularia spirulaea, die sich nicht nur in den verschiedensten Schichthöhen des Mittel-Eocaen findet, sondern auch nicht an eine bestimmte Facies gebunden, d. h. euryopisch ist.

Es scheint mir jetzt an der Zeit, diese auf Hypothesen oder unrichtigen Voraussetzungen aufbauende Diskussion zu verlassen, denn sie führt allein zu keinem sicheren Resultat.

Die beiden sorgfältigen Forscher, die sich mit der Altersfrage der Diablerets-schichten beschäftigten, *Tournouër* und *Renevier*, standen derjenigen Altersbestimmung am nächsten, zu der mich eine ganz andere und schärfere Methode zwingt: Die Diableretsschichten gehören zu den Bürgenschichten und damit zum mittleren Lutétien.

Die Faunen der Hohgantkette (Niederhorn).

Mayer-Eymar stellt in „Beiträge" 1886 kategorisch vier Faunen auf:

1. „unteres Parisian von Beatenberg",
2. „oberes Parisian (Brackwasserkalk und Lignite) der Ralligstöcke und des Niederhorns", } kleinere Faunen
3. „unteres Bartonian der Hohgantkette", Hauptfauna mit 460 Species nach *Mayer,* vorherrschend Mollusken;
4. „oberes Bartonian der Hohgant-Kette" mit 52 Species.

Aus Achtung vor dem Paläontologen hat niemand gegen die obige Einteilung Einspruch erhoben. Eine grosse Zahl der Petrefakten stammt aus Schutt, und die Zusammenstellung in die vier Zonen entspricht nicht einfach der Reihenfolge der Überlagerung und scheint etwas willkürlich zu sein.

Die kleinen Faunen 1 und 2 können wir übergehen, dagegen wollen wir nach den Gründen fragen, die von *Mayer-Eymar* nicht beantwortet worden sind:

Warum muss die Fauna 3 der Hohgant-Kette als Bartonian betrachtet werden? Durchblättert man die Listen von *Mayer-Eymar*, so findet man nach seinen eigenen Angaben einen weit grösseren Prozentsatz der Originalien in der Kolonne „ältere Stufen", als in der Kolonne Barton I, Süd. Ja das gleiche gilt für die Listen 4 des „oberen Bartonian der Hohgant-Kette"! Wir müssen noch bedenken, dass jeder Bestimmer nur allzuleicht — bewusst oder unbewusst — die Petrefakten nach dem Niveau, statt umgekehrt das Niveau nach den Petrefakten bestimmt. Hätte *Mayer-Eymar* nun einmal nicht „Bartonian" im Sinn gehabt, so wäre vielleicht ein noch grösserer Prozentsatz auf das Lutétien gefallen und wir hätten auch hier wieder für die ganze Schichtfolge der Pilatusschichten den Schwerpunkt auf dem Lutétien!

Würden wir nun im Sinne neuerer französischer Autoren das Hauptgewicht auf die Nummuliten legen, diese als „fossiles précieux pour l'établissement des synchronismes à grandes distances“ [1]) nehmend, so könnte in bezug auf Nummulina striata und Boucheri Anspruch für Auversien oder Bartonien erhoben werden. Allein abgesehen davon, dass hoch über den genannten Schichten in der Niederhorngegend im Flysch eingelagert Nummulitenkalkbänke mit typischen Lutétien-Nummuliten vorliegen, fand schon *Kaufmann* Nummulina contorta-striata an der Basis der Bürgenschichten (Complanataschichten) im Vierwaldstätterseegebiet, und ich glaube auch Nummulina Boucheri im untersten Niveau der schweizerischen Nummulitenbildungen (Pilatus, Sisikon) erkannt zu haben.

Ich baue nicht weiter auf die mir ungenügend bekannte Niederhorn-Fauna auf, aber ich glaube doch gezeigt zu haben, dass dieser keine Beweiskraft für Bartonien zukommt.

Weit wichtiger sind

Die Faunen von Einsiedeln (Steinbach).

Während wir bisher Faunen aus den Pilatusschichten betrachteten, steigen wir jetzt in das höhere Niveau hinauf. Wie früher (pag. 106—113) gezeigt wurde, nimmt der Nummulitenkalk mit dem Petrefaktenlager der Phosphoritschicht bei Steinbach eine stratigraphisch hohe Lage im Flysch ein. Das ist das sogenannte „Parisian I“ von Einsiedeln.

Leider sind in der wichtigen Arbeit von *Mayer-Eymar* die Fundorte nur von den neu beschriebenen Arten angeführt. In dem grossen „Verzeichnis der Versteinerungen des unteren Parisian von Einsiedeln“ sind die Petrefakten von recht verschiedenen Lokalitäten ohne Angabe des Fundortes zusammengestellt. Nach Lokalitäten getrennte kleinere Listen sind dagegen in *Kaufmann's* „Beiträgen“ der gleichen Lieferung 14, p. 105—113 gegeben. Die mangelhafte Trennung nach verschiedenen Horizonten schadet insofern unserer Betrachtung wenig, als alle reichen Fossilfundstellen im unteren Flysch eingelagert, mehrfach primär sich wiederholende Nummulitenkalke von annähernd gleicher Facies und Fauna sind.

Das Parisien oder Lutétien ist allgemein anerkannt worden und unbestritten geblieben [2]). In der Tat hat *Mayer-Eymar* die Begründung sorgfältig

[1]) *J. Boussac:* Le terrain nummulitique à Biarritz et dans le Vicentin. B. S. G. F. 1906, p. 560.
[2]) *A. de Lapparent:* Traité de Géologie 1906 III, p. 1526.

abgeleitet. Nach der Individuenzahl sind die Gross-Foraminiferen, nach der Artenzahl die Mollusken, dann die Echiniden am häufigsten. Nach *Mayer-Eymar* sind von den im ganzen 435 Arten 74 neu, 6 schon im Suessonien, 68 schon im Londinien, 150 noch im südlichen Bartonien und 61 noch im südlichen Tongrien vorhanden. Auch wenn wir noch berücksichtigen, dass das Ligurien in Ligurien nach *Sacco* dem oberen Parisien *Mayer-Eymar's* gleichzustellen ist, so bleibt doch noch der Schwerpunkt entschieden auf der jüngeren Seite des Lutétien.

Wir fragen also: warum sind die Einsiedlerschichten „Parisien I“ und nicht „Parisien II“?

Diese Frage wird von *Mayer-Eymar* nicht erörtert. Es scheint aber, dass auf Grund seines kosmischen Gesetzes kein -„in“ („Grignonin“), sondern ein -„on“ („Chaumonton“) vorliegen musste.

Prüfen wir die Nummulitenfauna nach meinen neuen Bestimmungen (vergl. p. 107—111) auf die Altersfrage, stets in der Meinung, die Nummuliten seien „gute Leitfossilien“. Dann sehen wir sowohl im Nummulitenkalk von Steinbach wie von Kalch eine typische Lutétien-Fauna. Nummulina Murchisoni und irregularis sind aus dem unteren und oberen Lutétien, aber nicht höher bekannt; Nummulina complanata stellt sich erst im mittleren Lutétien ein. Diese Fauna ist typisch für mittleres und oberes Lutétien, weniger typisch, z. T. gar nicht vorhanden im unteren Lutétien. Nun haben wir aber in den tieferen Pilatusschichten schon eine Nummulitidenfauna kennen gelernt, auf welche die gleichen Argumente gültig sind (Nummulina complanata in maximaler Entwicklung). Wir werden also von selbst dazu geführt, jene zum mittleren, die Einsiedler-Fauna zum oberen Lutétien zu rechnen.

Weitere kleinere Faunen.

Bevor wir endgültig entscheiden, betrachten wir noch einige andere Petrefaktenfundstellen. Nach den Petrefaktenlisten in *Kaufmann's* „Beiträgen“ 1877, p. 105—115, und meinen Beobachtungen ist die Fauna der bekannten Petrefaktenfundstellen der Nummulitenkalke im Flysch nördlich Iberg (Gschwend, Blangg, Stöckweid usw.) im grossen ganzen die gleiche wie bei Steinbach und Kalch. Bezeichnend sind die massenhaften Echiniden (Polytechnikum Zürich), worunter besonders der grosse Conoclypeus Ibergensis.

Weiter betrachten wir die schönen Faunen des Flibaches bei Weesen, nämlich vom „Eckstein“ und besonders vom roten Nummulitenkalk beim „Reser-

voir", beide im unteren Flysch eingelagert. Ich konnte je etwa 35—40 Species feststellen. Die ganze Fauna spricht für mittleres bis oberes Lutétien. Besonders wichtig sind von Nummuliten: Nummulina distans, irregularis, globulus, Assilina granulosa, sodann die häufigen Echiniden, besonders Echinolampas affinis und Conoclypeus anachoreta. Die Faunen stimmen mit denen von Einsiedeln überein und stammen auch ungefähr aus dem gleichen Flysch-Niveau.

An dieser Stelle sei auch noch an die Einsiedler-Fauna im autochthonen Wildflysch des Kantons Glarus erinnert, in Sedimenten, die etwa 2500 m hoch über den Bürgenschichten abgelagert wurden! (vgl. pag. 73—82).

Endlich finden wir noch an ungezählten anderen Orten in den Nummulitenkalken des unteren Flysch die gleichen Nummulitiden (Thoregg-Emme, Lowerz, Ragaz, Wildhaus, Appenzell usw.); es ist immer die folgende Gruppe: Nummulina distans, complanata var. minor, irregularis, Murchisoni, atacica, globulus, gallensis, Assilina granulosa, ferner scheint typisch zu sein Orthophragmina Archiaci.

Resultate.

Wir sind zu dem allgemeinen Resultat gelangt, dass sämtliche wichtigen Faunen der Nummulitenbildungen in den Schweizeralpen für Lutétien und zwar für mittleres und oberes Lutétien bezeichnend sind. Die Mächtigkeit der mitteleocaenen Bildungen beträgt 1000—3000 m. Für das tiefere Niveau, die Bürgenschichten, ist bezeichnend die maximale Häufigkeit, Verbreitung und Grösse von Nummulina complanata. Da von den beiden fossilreichen Hauptgruppen die Bürgenschichten von den Einsiedlerschichten überlagert werden, so gelangen wir nach allem bisher mitgeteilten ungezwungen und natürlich zu der folgenden Einteilung:

Unterer Flysch, Einsiedlerschichten = oberes Lutétien,

Untere Pilatusschichten = Bürgenschichten = mittleres Lutétien.

Ob die oberen Pilatusschichten (Hohgantschichten) zum mittleren oder oberen Lutétien gerechnet werden sollen, ist mehr Geschmacksache — überhaupt kann zwischen mittlerem und oberem Lutétien keine scharfe Grenze gezogen werden, und darum wird auch vielfach das mittlere Lutétien *(H. Douvillé)* in das obere Lutétien *(J. Boussac)* einbezogen.

Nachdem wir nun die unteren Grenzen der Pilatusschichten scharf bestimmt haben, sollten wir auch noch die obere Grenze der Ablagerungen der Lutétien-Zeit und das Alter des oberen Flyschs oder Obwaldnerschichten von *Kaufmann* feststellen. Allein hier stossen wir auf aussergewöhnliche Schwierigkeiten. Wir können nicht einmal bestimmt sagen, wo das Auversien, das wahrscheinlich vertreten ist, beginne. Wir kennen keine für Auversien oder Bartonien und noch viel weniger für Oligocaen typische Faunen. So war ich gezwungen, in der Tabelle die Abgrenzung von Lutétien und Auversien unbestimmt zu lassen.

Aus dem oberen Flysch von Obwalden erwähnt *Kaufmann* Nummulina variolaria, eine Form aus dem Auversien, die aber auch tiefer (Pilatusschichten) schon vorhanden ist und ausserhalb der Schweiz auch höher reichen soll. Wichtiger als diese einzig und leise sprechende Art scheint mir die folgende Argumentation: Wir haben festgestellt, dass zur Zeit des jüngeren Lutétien 1000—3000 m mächtige Flyschbildungen abgelagert worden sind. Die Sedimentation dauert fort in den oberen Flysch, ohne scharfe Trennung, mit gleichem Gesamtcharakter der Sedimente und Wiederholungen der Facies des Lutétien-Flysch (Wildflysch) und abermals in grosser Mächtigkeit von 1000 oder mehr Metern. Wir gelangen so zur Annahme, dass die Menge der Sedimentation in der Zeiteinheit gegen Ende des Mitteleocaen sich nicht wesentlich verändert habe und werden so zu der freilich nicht streng bewiesenen Auffassung geführt, dass der obere Flysch *Kaufmann's* dem Auversien bis Obereocaen angehöre. Die Annahme von Oligocaen ist durchaus unberechtigt für das, was unmittelbar aus dem Lutétien-Flysch hervorgeht.

Es ist wohl möglich, dass die oben gegebene Altersbestimmung einmal nach der einen oder anderen Seite leicht verschoben werden muss. Wichtiger als die paläontologische Altersbestimmung betrachte ich die Aufstellung einer Synchronie der Hauptgruppen der schweizerisch-alpinen Sedimente des Eogen, wie sie zum Teil erst im folgenden Abschnitt durch lithologische Integration versucht werden wird. Wenn einmal z. B. das Alter der Bürgenschichten anders aufgefasst werden sollte so braucht nur der Name der Zeit geändert zu werden, während Einteilung und Parallelisierung der Sedimente bestehen bleiben können.

D. Frühere und neue Einteilungen.

1. Lithologische Einteilung nach Kaufmann 1886.

Diese Einteilung bezieht sich auf die alpine Randkette Rigihochfluh-Pilatus-Sigriswylergrat, und ist nach *Kaufmann's* Text neu zusammengestellt:

II. Obereocaen. Flysch	2. Oberer Flysch oder Silvanschichten	Sandsteine von Obwalden.
	1. Unterer Flysch oder Rigischichten, Unteroligocaen, Priabonaschichten, Szaböischichten	γ) oberer Teil, Wildflysch mit exotischen Blöcken. β) mittlerer Teil, Stadschiefer = Globigerinenschiefer, „Leimernschichten". α) unterer Teil, Lithothamnienkalk der Ralligstöcke, Sigriswylergrat.
I. Mitteleocaen. Pilatusschichten	2. Pektinitenschiefer. Bartonstufe	dazu gerechnet Pectinitenschiefer und oberer Quarzsandstein des Pilatus
	1. Complanataschichten, Pariserstufe	in Hohgantfacies, Melchaafacies, Bürgenfacies.

Diese Gruppierung ist die beste, die bisher gegeben wurde. Meine neue Einteilung weicht davon nur wenig ab — dagegen gelange ich zu anderen Altersbestimmungen.

2. Paläontologische Einteilung von Mayer-Eymar.

Die ausschliesslich auf Paläontologie beruhenden Klassifikationen von *Mayer-Eymar* stellen eine totale Verwirrung dar. Sein „Parisian I" von Einsiedeln liegt in der Schichtreihe wohl 1000 m höher als sein „Bartonian" der Hohgantkette.

Die folgende Tabelle macht eine weitere Erörterung überflüssig. In der mittleren Kolonne habe ich die relative Höhe in der Schichtreihe mit 1—4 numeriert.

Einteilung von *Mayer-Eymar* (Beiträge Lfg. 14, 1876, pag. 10)				nach meiner Auffassung
4. Tongrian	oberes	Fisch-Schiefer des Plattenberges bei Glarus und des Schächentales	3	Dachschiefer und Sandstein, unterer Teil des „unteren Flysch“, oberes Lutétien
	mittleres	?		
	unteres	Nummulitenkalk des Titlis und der Gadmenfluh, mit Cardium carinatum?	1	Bürgenschichten, mittleres Lutétien
3. Ligurian		Flysch mit Helminthoidea labyr., am Pilatus bereits Polythalamien und Conchylien enthaltend (= Haering, Ofen etc.)	3	Stadschiefer, Basis des Flysch = oberes Lutétien
2. Bartonian	oberes	Bryozoën-Mergel der Ralligstöcke, oberer Quarzsandstein der Pilatuskette	2	Hohgantschichten, obere Pilatusschichten
	unteres	Lager des Niederhorns und der Ralligstöcke, mit Solen obliquus, Carbula ficus, Dentalium grande, Turritella bartoniana etc.	2	Hohgantschichten, obere Pilatusschichten
1. Parisian	oberes	Nummulitenkalk der Diablerets und der Dent du Midi, mit Cerithium Diaboli, plicatum, hexagonum etc.; Brackwasserschichten der Ralligstöcke	1 2	Bürgenschichten, mittleres Lutétien obere Pilatusschichten (?), Hohgantschichten
	unteres	e) Wuhrstein von Steinbach d) Gastropodenlager von Steinbach und des Köpfenstocks a—c) Nummuliten-Grünsandstein der Ostschweiz, von Neuhaus an	4 1 4	„unterer Flysch“, Einsiedlerschichten, oberes Lutétien Bürgenschichten = mittl. Lutétien „unterer Flysch“, oberes Lutétien

3. Paläontologische Einteilung von P. Oppenheim 1896.

P. Oppenheim[1]) gliedert 1896 die „Älteren Tertiärbildungen“ der Alpen in einer Tabelle, die ich im Folgenden wiedergebe und zu der ich meine Auffassung hin-

[1]) *P. Oppenheim:* Das Alttertiär der Colli Berici in Venetien, die Stellung der Schichten von Priabona und die oligocaene Transgression im alpinen Europa. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1896, p. 27—153, Taf. II—V.

zustelle, soweit die in dieser Arbeit behandelten Zeitabschnitte in Betracht kommen. Ich numeriere wie in der vorhergehenden Tabelle mit:

4. Einsiedlerschichten (besonders oberer Teil),
3. Unterer Teil der Einsiedlerschichten, Niveau der Stadschiefer,
2. Obere Pilatusschichten (Hohgantschichten),
1. Untere Pilatusschichten = Bürgenschichten.

Gliederung nach *P. Oppenheim* 1896			nach meiner Auffassung			
Unter-Oligocaen (Ligurien *Mayer*)	Schichten von Häring . . . . . Schichten von Reit im Winkel . .		Mittel-Eocaen ?	?	Lutétien	Mittel-Eocaen
	Priabona-Schichten von Allons etc. .		= Pilatusschichten	1—2		
	Schichten des Elendgrabens bei Reichenhall		= Mittel-Eocaen, Lutétien	2 ?		
	Untere Kohlen-führende Schichten der Diablerets, von Entrevernes, Allons etc.	Brackwasserkalk der Ralligstöcke	Pilatusschichten Lutétien	1—2		
Ober-Eocaen (Bartonien *Mayer*)	Lücke		In den Schweizeralpen keine Lücke u. keine nachfolgende Ablagerungen			
Mittel-Eocaen (Parisien *Mayer*)	Untere Schichten von Einsiedeln,		Einsiedlerschichten	4	Lutétien	
	Beatenberg,		Hohgantsandstein	2		
	Kressenberg,		Einsiedlerschichten	4		
	Mattsee		Einsiedlerschichten	4		
	Unterer Kalk von Reichenhall		Pilatusschichten ?	2 ?		

4. Neue, allgemeine Einteilung.

Neben der Haupt-Tabelle gebe ich zur Erleichterung der Übersicht die auf pag. 139 folgende kleinere Tabelle von weniger spezieller Fassung, die sich leicht mit den älteren Einteilungen vergleichen lässt. Beide sind zum Teil das Resultat der vorangehenden Abschnitte, zum Teil aber folgt die Begründung erst im vergleichend lithologischen Teil.

5. Bemerkungen zur Haupt-Tabelle

nach pag. 140.

Während die Parallelisierung der Bürgenschichten und Einsiedlerschichten im grossen ganzen keine wesentliche Schwierigkeit mehr zu bieten scheint, ist es

Zeiteinteilung		Allgemeine Sedimenteinteilung				Verbreitung	Typische Lokalitäten	Typ. Gross-Foraminiferen (N = Nummulina, A = Assilina, O = Orthophragmina)
Ludien ? Bartonien s. str. ?	Ober-Eocaen ?	„Oberer Flysch" Obwaldnerschichten			1000 m	nur in Obwalden sicher (Altdorf?)	Obwalden, Schlierengegenden	***N. variolaria*** nach Kaufmann
(Auversien ?) oberes Lutétien	Mittel-Eocaen	„Unterer Flysch" Einsiedlerschichten			1000—2500 m	überall in der ganzen Schweiz, jedoch z. T. petrefaktenleer (Westschweiz)	Einsiedeln-Steinbach, Iberg, Lowerz, Flibach, Wildhaus, Elm, Ragaz etc.	**N. distans, irregularis, Murchisoni var. major, atacica, A. granulosa, O. Archiaci** **N. gallensis, (complanata), A. exponens** und **granulosa, O. discus**
	Mittel-Eocaen	Pilatusschichten, Kaufm.	Obere Pilatusschichten (Hohgantschichten)		bis 200 m	gleiche Verbreitung wie Bürgenschichten; ausserdem noch besonders Niederhorn-Sigriswylergrat. Vielfach faciell nicht abzutrennen und schwer erkennbar	Pilatus-Klimsenhorn, Schrattenfluh, Hohgantkette, Sigriswylergrat	***N. Boucheri, variolaria, striata, Heeri*** (Pilatus-Thunersee)
mittleres Lutétien	Mittel-Eocaen	Pilatusschichten, Kaufm.	Bürgenschichten (= unt. Pilatusschicht.)	obere Bürgenschichten	5—80 m	überall (?) mit Ausnahme der Säntis-Räderten-Decke in den östlichen Schweizeralpen und den Decken der Préalpes	Walenseegebiet, Wageten, Kistenpass, Sisikon, Bürgenstock, Pilatus-Klimsenhorn (Schlossberg, Diablerets, Balmhorn)	**N. complanata!** (grösste Form u. Hauptverbreitung), **N. uroniensis.** ***N. Fabianii, striata, Heeri***
				untere Bürgenschichten				**A. exponens** (Haupt-Verbreitung), **N. uroniensis, O. discus-laevis**
(unteres Lutétien ?) Yprésien ? Landénien ?	Unter-Eocaen ?	Siderolithische Gruppe, Bohnerz			0—40 m	nur in der ursprünglich nordwestlichen Facieszone; autochthon und bis mittlere helvetische Decken der westlichen Schweizeralpen	Diablerets, Balmhorn-Gemmi, Blümlisalp, Schlossberg-Engelberg	

Anmerkung: Die Nummuliten der helveto-bavarischen Provinz sind **aufrecht fett**, diejenigen der franco-alpinen ***Cursiv fett*** gedruckt.

hingegen bei der noch mangelhaften Zahl von genauen Spezialprofilen nicht möglich, die zeitlichen Äquivalente der oberen Pilatusschichten des Pilatus durch die ganzen Schweizeralpen zu verfolgen. Ich habe mir über die schon mehrfach (pag. 91, 121, 125) besprochene Frage, ob der obere Quarzsandstein des Pilatus dem Taveyannazgestein entspreche oder etwas älter sei, auf der Tabelle in der Weise provisorisch hinweggeholfen, indem ich mit Klammern eine eventuell notwendige vertikale Verschiebung der Kolonnen angedeutet habe.

Lithologisch scharfe Grenzen sind durch ~~~~~~ bezeichnet.

Eine bestimmte Reihenfolge nach Facies-Verwandtschaft konnte nicht vorgenommen werden — die Tabelle müsste dazu drei-dimensional sein. Man vergleiche dafür den späteren Abschnitt über die Facies-Ordnung.

Die Natur selbst ist viel mannigfaltiger als es eine Tabelle sein kann und lässt sich nicht befriedigend schematisch in den steifen Rahmen einfügen.

Die Zweiteilung des Mittel-Eocaen tritt deutlich hervor; auch liessen sich die Bürgenschichten ohne Zwang in übersichtlicher Weise in zwei Hälften zerlegen.

Unsicher sind besonders noch folgende Punkte:

1. Das genaue Niveau der Brackwasserschichten des Sigriswylergrates im Vergleich zum Pilatus. Genaue Spezialprofile in der Zwischenzone könnten wohl ohne besondere Schwierigkeit die Lösung bringen.
2. Ob der „Anthracite“ und die „marnes d'eau douce“ der Diablerets noch zum Bohnerz gehören, wozu sie *Renevier* stellt, oder an die Basis der Bürgenschichten gehören.
3. Ob der Altdorfer Sandstein jünger ist als der Glarner Wildflysch, oder den oberen Teil desselben in versandeter Facies vertritt.
4. Ob der Taveyannazsandstein von Taveyannaz (Diablerets) mächtiger ist und höher hinaufreicht, als in den autochthonen zentralen und östlichen Schweizeralpen.
5. Ob in der Gegend von Habkern der Nummulitenkalk mit Nummulina irregularis *Kaufmann's* im Stadschiefer eingelagert ist, oder ob diese Species nicht wie sonst ein etwas höheres Niveau einnehme usw.

Die Tabelle ist möglichst objektiv und ohne vorgefasste Meinung entworfen. Ich habe mich besonders davon fern gehalten, einzelne Nummuliten als Leitfossilien zu betrachten, was eine totale Verwirrung zur Folge gehabt hätte. Beim ersten Versuch, eine Tabelle des alpinen Eocaen auf lithologisch-stratigraphischem Prinzip zu entwerfen, ist es kaum möglich, ohne Fehler davon zu kommen.

Gliederung und Facies des Eocaen der Schweizeralpen.

N = Nummulina; A = Assilina; O = Orthophragmina.

Gesteinsgruppen	Zeitabschnitt	Zeitstufe	Oestliche Schweizeralpen: Mürtschen- und Glarnerdecke im Gebiet Walensee-Glarus Arnold Heim 1908	Flibachgebiet bei Weesen; Axendecke? Arnold Heim 1908	Wildhaus-Amden; Säntisdecke Arnold Heim 1908	Einsiedeln-Aubrig; Säntisdecke Arnold Heim 1908	Rigihochfluh, Seewen-Lowerz; Säntisdecke Kaufmann 1872 u. Arnold Heim 1908	Wageten-Köpfenstock; unterste helvetische Decke J. Oberholzer u. Arnold Heim 1908	Sernftal-Kistenpass (bis Schächental); autochthon J. Oberholzer u. Arnold Heim 1908
ob. Flysch K. Obwaldner Schichten K.	Ober-Eocaen?	Bartonien-Ludien?							Altdorfer Sandstein z. Teil?
Pilatusschichten Kaufm.: unterer Flysch (Kaufm.) Einsiedlerschichten	Mittel Eocaen	oberes Lutétien · Auversien?	100 ? m gelbliche Mergelschiefer mit Globigeriniden (ohne Sandsteinbänke)	100 m: grünlich-graue Mergel und Schiefer mit Globigeriniden u. Bänke von Numm. Kalk u. Grünsand mit **N. distans, A. granulosa, O. Archiaci,** Lithothamnien ca. 200 m: Im Mergelschiefer mehrere Lagen von Numm. Kalk und Grünsand mit **N. gallensis, A. exponens, O. discus** etc. gelblicher Mergelschiefer mit Globigerina ca. 60 m	gegen 1000 m **Wildflysch** Lagenmergel d. Fliegenspitz, Numm.-Kalk „Loch" mit **A. granulosa** Flyschmergel mit Globigerinen, Numm.- u. Lithothamnien-Kalken mit **N. Murchisoni, N. distans, N. complanata, A. granulosa,** Sandstein, Wildflysch mit exotischen Blöcken. rote und grüne Tone, Fucoidenschiefer. Numm.-Kalke und Grünsande mit **N. gallensis, A. granulosa** etc., Wildflysch mit Sandstein und exotischen Blöcken	1000—2000 m graue Mergel u. Schiefer mit Globigeriniden; Bänke von Numm.-Kalken mit **N. distans, Murchisoni, irregularis, complanata, gallensis, A. granulosa, O. Archiaci, Pratti** etc., Echiniden, Gastropoden (= „Fauna von Einsiedeln") **Wildflysch** mit exotischen Blöcken und Sandsteinbänken graue Mergelschiefer mit Globigerinen ca. 80 m	Wechsellagerung von Globigerinenschiefer und Nummuliten-Kalkbänken mit **N. gallensis, distans, A. exponens, O. discus** [Insel Schwanau] (= Einsiedler Fauna) Wildflysch? durch Schutt verdeckt: Stadschiefer, graue Mergelschiefer mit Globigerinen	400 m gelbliche Mergelschiefer und mehrere Bänke von Numm.-Kalk und -Grünsand mit **Assilinen,** 60 m **Taveyannazgestein** und Quarzsandsteinbänke; gelblichgrauer Mergelschiefer 100—150 m	1000—2000 m **Wildflysch** mit exotischen Blöcken und Einlagerungen von Nummuliten-Kalken mit **N. distans, Murchisoni, A. granulosa** (= Einsiedler Fauna) Blattengratschichten: Mergelschiefer mit Numm.-Kalken **N. atacica, Murchisoni, A. granulosa, O. Archiaci** 500—1000 m **Sandst. u. Dachschiefer** mit reicher Fischfauna **Taveyannazgestein** 50—100 m graue Mergelschiefer mit Globigeriniden 100—300 m
obere Pilatusschichten: Hohgantschichten	Mittel Eocaen	oberes Lutétien	Übergangsschichten undeutlich, nicht abgetrennt	glimmersandige, schieferige Mergel 1 + ? m		durch die Basis der grauen Schiefer vertreten?	„Pektinitenschiefer"	Übergangsschichten, 1 m grünsandige Mergel	„Pektinitenschiefer" 3 + ? m
untere Pilatusschichten oder Bürgenschichten	Mittel Eocaen	mittleres Lutétien	1—15 m glauconitische Kalkbänke, mergelig-sandig, steril 3—15 m tief grüner, feinkörniger **Glauconitkalk** „Assilinengrünsand" voll **A. exponens, O. discus,** selten **N. complanata** 1—5 m	4—10 m mergelige Kalkbänke, im oberen Teil steril (2)—8 m tief grüner, feinkörniger **Glauconitkalk** „Assilinengrünsand" voll **A. exponens, O. discus,** seltener **N. complanata** 2 m	nicht vorhanden (oder durch Wildflysch ersetzt?)	15 m **Glauconitkalk-**bänke mit Mergel-Zwischenlage. **N. uroniensis, A. exponens, O. discus**	ca. 50 m Complanataschicht? Grünsand und Glauconitkalk voll **A. exponens, N. uroniensis,** seltener **N. complanata, O. discus** (darin Habkerngranit). Massiger Glauconitkalk, steril	10—15 m 1,5 m Glauconitkalk mit Pekten und Spondylen 5—7 m braun angewitterter sandiger Kalk voll **N. complanata-helvetica** 4 m **Glauconitkalk** und Grünsand voll **A. exponens** „Assilinengrünsand"	36 m (am Kistenpass) 3 m Grenzsandstein 5 m Sandkalk mit groben Quarzkörnern u. Orthophr. 1 m Haupt-Complanatakalk voll **N. complanata-helvetica** 22 m Sandkalk mit **N. complanata, uroniensis, O. discus** 5 m **Glauconitkalk** voll **A. exponens, N. uroniensis,** weniger **N. complanata, O. discus**
Bohnerz-Gruppe	Unter Eocaen?	Yprésien? Landénien?							
Liegendes:	Mesozoikum		**Seewerkalk, Turon**	**Seewerschichten, Turon**	**Leistmergel, Senon**	**Leistmergel, Senon**	**Seewerkalk, Turon**	**Seewerkalk, Turon**	**Seewerkalk, Cenoman**

Gesteinsgruppen	Zeitabschnitt	Zeitstufe	Zentrale Schweizeralpen: Schlossberg-Engelberg, Titliskette; autochthon Arnold Heim 1908	Pilatus N. u. Schlierengegend (obere helvetische Decken) Kaufmann 1867-1886 u. Arnold Heim 1908	Sigriswilergrat am Thunersee (obere helvetische Decken) Kaufmann 1886 u. Arnold Heim 1908	Waldegg-Habkern a. Thunersee (obere helvetische Decken) nach Kaufmann 1886	Westliche Schweizeralpen: Morgenberghorn Standfluh (obere helvetische Decken) nach Gerber 1905 u. Trösch 1908	Blümlisalp-Gruppe; autochthon? nach Trösch 1908	Diablerets (mittlere helvetische Decke) nach Renevier 1890
ob. Flysch K. Obwaldner Schichten K.	Ober-Eocaen?	Bartonien-Ludien?		1000 m Oberer od. Obwaldner Flysch, graue, harte Sandsteine und Mergellagen mit Fucoiden					
Pilatusschichten Kaufm.: unterer Flysch (Kaufm.) Einsiedlerschichten	Mittel Eocaen	oberes Lutétien · Auversien?	100 + ? m **Sandsteine und Dachschiefer** mit Glarnerfischen **Taveyannazgruppe** 100—150 m graue Mergelschiefer mit Sandsteinbänken, ca. 70 m	500 m **Wildflysch** dunkler Schiefer mit Einlagerung von Sandstein, Fucoiden- und Globigerinenschiefer, Nummulitenkalk u. -Grünsand mit **N. helvetica, Assilina** etc. 500 m **Stadschiefer** graue Mergelschiefer, reich an Globigerinen (Fucoiden), mit Kalk- u. Sandsteinlagen. **N. semicostata, Heterostegina**	Mergelschiefer vom Unter-Bergli = Stadschiefer	600—1000 m **Wildflysch** schwarzer Schiefer mit Sandsteinlagen, Fucoidenschiefern, Nummulitenkalken und exotischen Blöcken Graue Globigerinenschiefer (Stadschiefer) mit Einlagerungen von Lithothamnienkalk. **Assilina, N. complanata, irregularis, Actinocyclina stellata, patellaris**	**Wildflysch** mit Sandsteinbänken und exotischen Blöcken von „Niesenbreccie" Stadschiefer, mächtig ? ?	„Körnelschiefer"; schwarze, tonige Schiefer, feinsandig, mit Globigerinen (= Dachschiefer?) Graue Mergelschiefer mit Globigerina linnaeana **Taveyannazsandstein** mit Schieferzwischenlagen 150 m	Schiefer und Sandstein = Dachschiefer?? 500 m? „Schistes gris-jaunâtres" mit Fucoiden und **Taveyannazsandstein**
obere Pilatusschichten: Hohgantschichten	Mittel Eocaen	oberes Lutétien	einige m mergelige Sandsteine mit Pektiniten	ca. 120 m „Oberer Quarzsandstein" (Hohgantsandstein) mit **N. variolaria, O. discus** (Klimsenhorn) ca. 70 m „Pektinitenschiefer", feinsandig, mit **Operculina, N. variolaria** etc. ca. 50 m	ca. 200 m Lithothamnienkalk („Ralligmarmor") mit **N. Boucheri, striata, Actinocyclina** Lithothamnienkalk mit Sandsteinlagen **N. Murchisoni-Heeri, Boucheri, striata** Ob. Hohgantsandst. ca. 57 m Brack- u. Süsswasserschichten mit Kohle **Cerithien, Melania, Neritina, Limnaea, Planorbis** 11 m	ca. 200 m Hohgantsandstein mit Einlagerungen von Schiefer (= Pektinitenschiefer) und Nummulitenkalk **N. complanata, „N. perforata", O. discus, Echinolampas affinis**	?	?	„Nummulitique supérieur", „Bartonien" „Schiste nummulitique supérieur", z. T. mit kleinen Nummuliten (= Übergangsschichten)
untere Pilatusschichten oder Bürgenschichten	Mittel Eocaen	mittleres Lutétien	ca. 45 m mergeliger Sandstein Kalk mit Orthophragminen und Lithothamnien, 7 m **N. striata, Heeri** massiger Quarzsandstein z. T. kalkig mit Orthophr. u. **N. Fabianii** 1—2 m flaseriger Mergelkalk und Mergel, bituminös abfärbend = **Cerithienschichten**	45—50 m Quarzsandstein und sandiger Kalk mit Orthophragminen 12—15 m ca. 3 m Haupt-Compl.-Kalk voll **N. compl., auch N. uroniens., striata** 28 m „unterer Quarzsandstein" s. str., z. T. kalkhaltig 3 m Basis-Nummulitensandst. u. -Grünsand mit **N. uroniensis (striata, Boucheri)**	Unterer Hohgantsandstein, marin, ca. 25 m	sandige Übergangsschichten Haupt-Complanatakalk, voll **N. complanata, O. discus** etc.	ca. 40 m „Barton": „Hellgraue Nummulitenkalke u. Sandsteine mit Orbitoiden und Nummuliten ca. 30 m" „Parisenstufe": „Harter grauer Kalk mit grossen Orbitoiden 8—10 m" grünlicher Sandstein mit „N. complanatus" **N. uroniensis** 3 m	„Barton": „Orbitoiden- u. Nummulitenkalk und Sandstein" „Sandsteine u. sandige Kalke mit kleinen Nummuliten. Schiefer, ev. schon Parisien" „Parisien" ca. 4 m: **„Diableretsschichten"** mit Cerithien, Kohle	ca. 100 m, „Parisien supérieur" Calcaire à petites Nummulites. **N. contorta, Murchisoni, Fabianii** (?) Grès nummulitique 45 cm **Couches à Cérithes** Miliolites, **Cerithium Djaboli,** reiche Molluskenfauna 32 m
Bohnerz-Gruppe	Unter Eocaen?	Yprésien? Landénien?	2—6 m dunkelrotes **Bohnerz** u. grüner siderolitisch. Sandst.					**Bohnerz**	Éocène d'eau douce, Parisien inf. Anthracite et marne d'eau douce avec **Limnaea, Planorbis** **Sidérolitique** 0—30 m
Liegendes:	Mesozoikum		**Hochgebirgskalk, ob. Malm**	**Schrattenkalk, Barrémien**	**Unt. Schrattenkalk, Barrémien**	**Seewerkalk, Cenoman**	**Seewerkalk**	sog. **„Tschingelkalk" unt. Kreide**	**Schrattenkalk**



Grundzüge der vergleichenden Lithologie.

Die Integral-Methode.

Die mathematische Integration ist rechnerisch ein Summieren unendlich kleiner Grössen, oder graphisch ein Ausziehen der einfachsten gesetzmässigen Kurve durch eine beschränkte Anzahl von gegebenen festen Punkten. Aus Bruchstücken wird ein Ganzes aufgebaut.

Auch die Geologie und Paläontologie bedarf der Integral-Methode. Nach dem Gesetz von der Korrelation der Organe *(Cuvier)* wird aus einem Bruchstück oder einem Abguss der ganze, jetzt ausgestorbene Organismus ergänzt und als lebendes Wesen betrachtet.

In der Stratigraphie begegnen wir Schritt für Schritt der Aufgabe, aus einer beschränkten Anzahl von Spezialprofilen ein Ganzes auszubauen. Und wie in der Mathematik: je genauer die Einzelpunkte festgelegt sind und je grösser deren Zahl ist, um so sicherer kann die Kurve durch diese Punkte ausgezogen werden. Wir bedienen uns dabei des Gesetzes von der Korrelation der Facies *(J. Walther)*.

So sehen wir: Die notwendige Grundlage zu jeder stratigraphischen Integration ist eine möglichst grosse Anzahl von möglichst genauen Spezialprofilen, wobei die Angaben der Mächtigkeiten unerlässlich sind. Ich habe daher als Fixpunkte im speziellen Teil dieser Arbeit versucht, zuerst eine Anzahl genauer Spezialprofile aufzustellen. Es ist eine mühsame, oft langweilige, aber notwendige Arbeit. Dadurch sind die Tatsachen von der mehr theoretischen Rekonstruktion und den hypothetischen Erwägungen getrennt gehalten.

Je rascher sich die Facies verändern, umso schwieriger und unsicherer ist es, bei gleichen Horizontal-Abständen der Spezialprofile die Homologien zu ermitteln. Oder mathematisch gesprochen: je stärker die Krümmung der Kurve, umso näher nebeneinander müssen die Fixpunkte liegen, damit die Kurve genau gezogen werden kann. Wir bedürfen dort der meisten Beobachtungen, wo die Facies sich am raschesten verändert, so wie wir auch in ähnlicher Weise in der subaquatischen Topographie dort des dichtesten Netzes von Lothungen bedürfen, wo sich die Tiefen am raschesten verändern.

Betrachten wir nun nach diesen Grundsätzen die in dieser Arbeit gegebenen Spezialprofile, so müssen wir erkennen, dass sie ungleich verteilt sind. Sie genügen an manchen Stellen zu einer sicheren Integration, während sie an anderen unregelmässig und noch viel zu weit zertreut sind oder noch ganz fehlen. In diesen Gegenden läuft denn auch der Versuch Gefahr, ein Ganzes zu rekonstruieren. Doch wir werden versuchen, auf indirektem Wege zum Ziele zu gelangen, indem wir die klaffenden Spalten umgehen.

Im speziellen Teil ist schon die erste Vorarbeit der Integration gegeben, indem ich versucht habe, je von einem aufgestellten Fixpunkt aus die Fäden der Homologien nach den benachbarten Fixpunkten auszuspannen. Im Abschnitt Gliederung und Altersbestimmung musste zum Teil schon über weitere Gebiete integriert, zum Teil aber auch das Resultat dieses späteren Abschnittes vorausgestellt werden.

Versuchen wir jetzt, einen Einblick in den mannigfaltigen lithologischen Wechsel und die Korrelation der Facies zu gewinnen.

A. Die siderolithischen Bildungen.

In den östlichen Schweizeralpen sind siderolithische Bildungen unbekannt — es ist zwar nicht ausgeschlossen, dass man solche noch in der Windgällengruppe finden wird.

In den zentralen Schweizeralpen bilden sie am autochthonen Nordrand des Aarmassivs mehr oder weniger konstant die Unterlage der Pilatusschichten und imprägnieren den oft in Pseudo-Konglomerat aufgelösten liegenden Malmkalk.

In den westlichen Schweizeralpen sind sie nicht nur auf der Nordseite des Aarmassivs zu finden, sondern greifen noch auf die ursprünglich südöstlichere Zone der Diablerets-Decke über, woselbst allerdings nicht mehr Malm, sondern Schrattenkalk das liegende bildet. Trotzdem aber erreicht dort nach *Renevier* das „Sidérolitique 30 m Mächtigkeit!

Es sind bis zur Zeit an folgenden Stellen Bohnerzbildungen bekannt geworden:

Diablerets *(Renevier)*, Gemmi-Balmhorn *(Lugeon)*, Blümlisalp *(Trösch)*, Rosenlauigletscher *(Mösch)*, Titlisgebiet *(Arbenz, Arn. Heim)*.

Wir sehen so, dass das Gebiet der siderolithischen Bildungen zusammenfällt mit dem Gebiet der unteren Cerithienschichten. Die Festlandfacies wird zuerst von Brackwasserbildungen, dann von marin-neritischen Sedimenten bedeckt. Das ist die

Transgression der Bürgenschichten, die im mittleren Lutétien von Ostsüdost nach Westnordwesten vorschreitet.

Im allgemeinen werden mit Recht die Bohnerzbildungen als charakteristisch für den Juragebirgszug angesehen. Allein die jurassische Facies greift unter dem schweizerischen Molasseland hindurch auf die autochthone Zone des Aarmassivs, ja sie überschreitet sogar in der Westschweiz noch etwa 10 km weit das alte hercynische Gebirgsstück. In den höheren Überfaltungsdecken aber ist das Bohnerz spurlos verschwunden. Ist das nicht eine der schönsten Bestätigungen der neuen tektonischen Deckenlehre?

Betrachten wir nun die gegen das Alpeninnere gerichtete Grenzzone der siderolithischen Bildungen nach der Ausglättung der Falten und Decken. Da sehen wir, dass diese Grenzlinie durchschnittlich in der Richtung **W 35° S** verläuft. Sie schneidet das Streichen des Aarmassivs unter ganz spitzem Winkel von 5—10° und weicht in der Ostschweiz etwa ebensoweit nördlich wie in der Westschweiz südlich vom Aarmassiv ab.

In bezug auf das Liegende fällt besonders auf, dass siderolithische Bildungen nur da auftreten, wo wenigstens die obere und mittlere Kreide (inkl. Gargasien) durch Denudation vor Ablagerung der Bürgenschichten vollständig entfernt wurden. Unmittelbar drängt sich die Frage auf, woher das Eisen zur Bohnerzbildung bezogen wurde. Wo die ganze Kreide denudiert wurde, kommt abgesehen von dem überall spärlich vorhandenen Schwefeleisen $Fe S_2$ als Eisenlieferant in erster Linie das glauconitische Albien und Gargasien, in zweiter Linie der vielfach glauconitische Kieselkalk und die Altmannschichten in Betracht. Da aber Bohnerz auch dort vorkommt, wo die alteocaene Denudation den Kieselkalk noch nicht erreicht hat (Diablerets), gelangen wir zur Annahme, dass das Eisen des alpinen Bohnerzes zum Teil wenigstens ein Verwitterugsrückstand der Gauconitbildungen der mittlerenK reide sei.[1])

B. Die Pilatusschichten.

1. Verschiedene Facies.

Bevor wir studieren, in welcher Weise sich die Facies verändern und wie sie ursprünglich im Zusammenhang standen, greifen wir wie folgt einige Haupt-Faciestypen heraus.

---

[1]) *L. Rollier* gelangte für das Bohnerz des Juragebirges zu ganz ähnlichen Resultaten.

1. Mürtschenfacies.

Es ist der sogenannte „Assilinengrünsand“, der durch seinen wenig mächtigen Glauconitkalk (3—10 m) und dessen unzählige Assilina exponens charakterisiert ist. Nummulina uroniensis fehlt.

Die eigentlichen Complanatakalke sind nicht vorhanden, d. h. sie sind durch sterile, mergelige bis etwas grünsandige Kalke ersetzt. Pektinitenschiefer sind ebenso als solche nicht ausgebildet. Diese Facies ist auf die helvetischen Decken der östlichen Schweizeralpen beschränkt; — rein marin (vgl. Spezialprofile 20—23, p. 61—65).

2. Bürgenfacies (*Kaufmann*).

In dieser Facies erreichen die Bürgenschichten 15—50 m Mächtigkeit. Die Zweiteilung der Bürgenschichten ist deutlich in Complanatakalke und Sandkalke oben und Glauconitkalke mit Assilina exponens und Nummulina uroniensis unten. „Pektinitenschiefer“ sind als Gestein deutlich, oft aber steril und nach oben gegen die Globigerinenschiefer nicht scharf abzutrennen. Diese Facies ist durch *Kaufmann* vom Bürgenstock, Mueterschwandenberg, Vitznauerstock und Rigihochfluh bekannt geworden. Ich finde sie ferner in der Axendecke bei Sisikon, am Kistenpass (überhaupt in den autochthonen östlichen Schweizeralpen); auch die Wageten gehört noch zum Typus der Bürgenfacies; — rein marin (vgl. die Spezialprofile p. 14—17; p. 46—53; p. 65—67).

3. Pilatusfacies.

Sie steht in der Mitte zwischen Bürgenfacies, Hohgantfacies und Titlisfacies. Bezeichnend ist die Schichtfolge des Klimsenhorns am Pilatus, die unter Profil 13 p. 40—46 beschrieben wurde. Zum Unterschied der Bürgenfacies sind die Glauconitkalke an der Basis stark versandet; Assilina exponens ist verschwunden, es bleibt noch übrig Nummulina uroniensis und es treten neu hinzu kleine Nummuliten der franco-alpinen Provinz. Die Complanatakalke zeigen gegenüber der Bürgenfacies keine wesentlichen Unterschiede. „Pektinitenschiefer“ sind mächtig und durchgreifend vorhanden, zwar oft arm an Petrefakten. Der „obere Quarzsandstein“ führt über zur Hohgantfacies; — marin.

Vom Pilatus aus gehen die Faciesveränderungen nach zwei Richtungen auseinander: gegen Südwesten folgt die Hohgantfacies, gegen ursprünglich Nordwesten die Titlisfacies. Wir besprechen zunächst die

4. *Hohgantfacies (Kaufmann).*

In diesem Faciesgebiet scheinen die tiefsten Pilatusschichten (untere Bürgenschichten) zu fehlen. Dagegen sind die oberen Pilatusschichten als sehr mächtige (200 m) neritisch-marine Sandsteine und Lithothamnienkalke entwickelt. Vor allem bezeichnend aber sind im unteren Teil der Hohgantsandsteine die Einlagerungen von brackischen und lacustren Bildungen mit Kohle (Sigriswylergrat, Niederhorn). Die oberen Hohgantschichten enthalten die kleinen Nummuliten der franco-alpinen Provinz (vgl. Spezialprofile 11 und 12, p. 30—39).

5. *Titlisfacies.*

Damit ist gemeint der Faciestypus der autochthonen Titliskette vom Schlossberg bis zu den Gadmerflühen. Die Bürgenschichten erreichen eine Gesamtmächtigkeit von ca. 50 m. An Stelle der unteren Bürgenschichten liegen die brackischen Cerithienschichten, die ihrerseits mit scharfer Grenze auf der Bohnerzbildung aufsitzen. Neritische Sandsteine herrschen vor; „Pektinitenschiefer" sind angedeutet. Die grossen Nummuliten sind verschwunden; an deren Stelle befinden sich die kleinen Nummuliten der franco-alpinen Provinz (vergl. p. 19—23). Als östlichsten Ausläufer der Titlisfacies kann man das Profil 2 von Linthtal, p. 17—18 betrachten.

6. *Diableretsfacies.*

Nach *Renevier* scheint sich die Facies der Diablerets eng an die Titlisfacies anzuschliessen. Doch sind die Süss- und Brackwasserbildungen an der Basis reicher gegliedert, mächtiger und überaus fossilreich (vgl. p. 26).

Es werden wohl noch weitere Faciestypen für die westlichen Schweizeralpen in Frage kommen, über die jedoch noch zu wenig bekannt ist:

7. *Blümlisalpfacies* (vgl. p. 24—25).

8. *Morgenberghornfacies* (vgl. p. 27—29).

Ferner muss noch erwähnt werden

9. *Drusbergfacies* (?).

Wie schon früher (p. 57) gesagt wurde, bin ich nicht sicher, ob die organogenen Kalke, die vom Frohnalpstock am Vierwaldstättersee bis zum Drusberggebiet auf den Wangschichten aufliegen, zu den Pilatusschichten (Bürgenschichten)

gehören oder nicht. Über die entsprechenden Nummulitenkalke der Drusbergdecke in den zentralen Schweizeralpen ist noch nichts näheres bekannt.

2. Faciesveränderungen längs des helvetischen Alpenrandes.

Für die moderne Alpengeologie wird in neuester Zeit noch als Hauptresultat die Aufstellung von Faciesdifferenzen zwischen verschiedenen Überschiebungsmassen aufgefasst. Notwendiger als die altbekannten Beispiele von Faciessprüngen zu vermehren, wird jetzt die Verfolgung der allmählichen Faciesveränderungen innerhalb der gleichen tektonischen Einheit.

Wir wählen für die folgenden Betrachtungen als Ausgangspunkt das Pilatusgebiet.

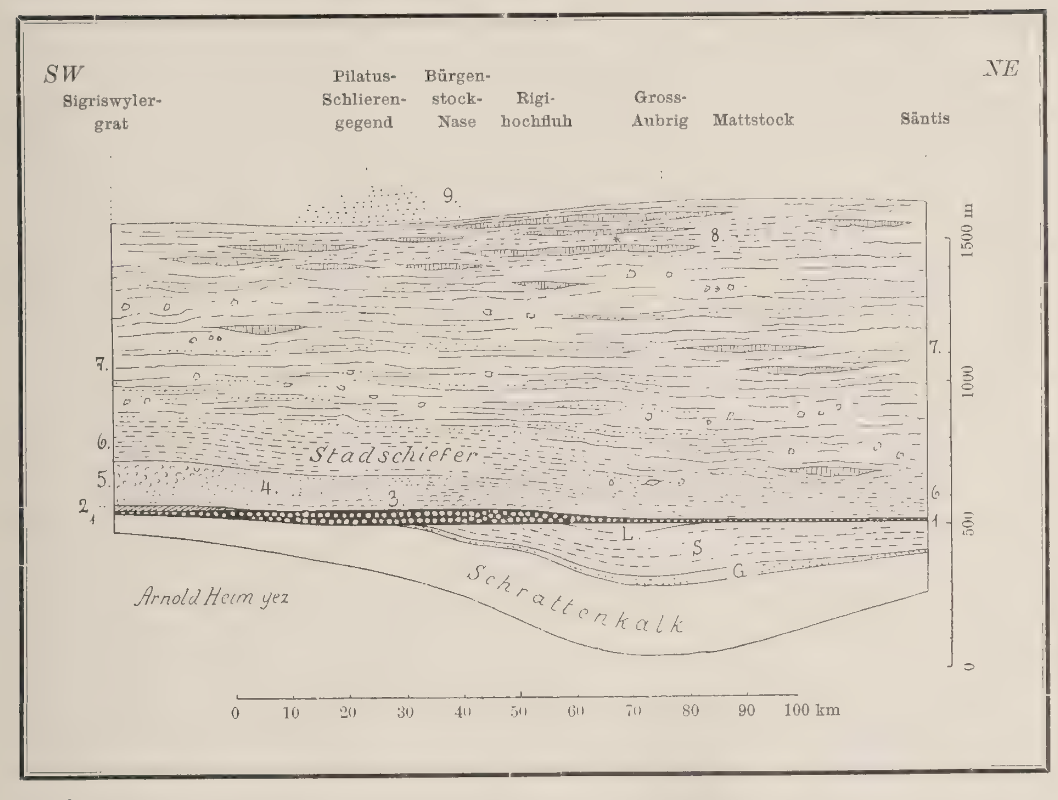
Kaufmann hat gezeigt, wie sich die Facies vom Pilatus aus langsam gegen Westen verändert, wie die Sandsteinfacies überhand nimmt („oberer Quarzsandstein“ des Pilatus), die Mächtigkeit anschwillt bis auf 250 m, wie im Hohgantgebiet sich Kohlen, brackische und Süsswasserbildungen in die marine Facies einschalten und an den Ralligstöcken oben noch ein Lithothamnienkalk („Ralligmarmor“) hinzukommt. Die Schichtreihe ist so verändert, dass ohne *Kaufmann's* sorgfältige Beobachtungen der Zwischenpunkte die Hohgantfacies nicht mehr sicher als Pilatusschichten erkannt werden könnten (vgl. Fig. 16, p. 147). Wie sich die Facies weiter nach Westen verändert, entzieht sich der Beobachtung, da die Pilatusdecke am Thunersee tektonisch abgeschnitten ist[1]). Die nächsten faciellen Anklänge folgen an der Standfluh und in der Morgenberghornkette.

Gehen wir nun vom Pilatus aus in der umgekehrten Richtung innerhalb der gleichen tektonischen Einheit gegen Osten, so sehen wir im Gegenteil die Basisschichten des Pilatus als Glauconitkalke voll Assilina exponens, Nummulina uroniensis und Orthophragmina discus wohl entwickelt und nirgends fehlend. Die

[1]) Wie bereits *A. Buxtorf* (Zur Tektonik der zentralschweiz. Kalkalpen, Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. 1908, p. 186) annimmt, setzt die Randkette mit dem Sigriswylergrat trotz ihres südwestlichen Absinkens im Streichen nicht unter die Decke der Préalpes (Klippendecke) fort, sondern ist in der Längsrichtung abgerissen. „Ich schliesse dies aus dem Vorkommen von Taveyannazsandstein am Südufer des Thunersees bei Krattigen etc.“ schreibt *Buxtorf*. Ich meinerseits gelange zur Bestätigung dieser Ansicht durch den Taveyannazsandstein, der auf der Nordseite des Sees bei Merligen, an der Seestrasse, unmittelbar nördlich des Dampfschiffsteges gebrochen wird. In der Tat liegt dieser Fels nicht über und nicht unter dem Kreidegewölbe des Justitales, sondern im Streichen davor, unmittelbar vor den steilstehenden Mergeln der tiefsten Kreide des Gewölbekernes.

Fig. 16.

Stratigraphisches Längsprofil des Eocaen am helvetischen Alpenrand, vom Säntis bis zum Thunersee; etwas schematisiert.



Kreide:
- G = Gault, Albien und Gargasien.
- S = Seewerschichten, Cenoman und Turon.
- L = Leistmergel, Senon.

Eocaen:
- 1 = Bürgenschichten (schwarz mit weissen Punkten).
- 2 = Brackwasserschichten des Sigriswylergrates (schräg schraffiert).
- 3 = „Pektinitenschiefer" (kleine Bogenstriche).
- 4 = „Oberer Quarzsandstein", Hohgantsandstein (fein schwarz punktiert).
- 5 = Lithothamnienkalk, „Ralligmarmor" (kleine Halbkreise).
- 6 = Globigerinenschiefer, echte Stadschiefer und Facies der Stadschiefer (geradlinig gestrichelt).
- 7 = Flysch mit Sandstein, Wildflysch mit exotischen Blöcken und Nummulitenkalkbänken (letztere vertikal schraffiert) etc.
- 8 = Nummulitenkalke im Globigerinenmergel von Eutal-Einsiedeln-Lowerz. * = Fundstelle von Steinbach.
- 9 = Obwaldner Sandstein.

Anmerkungen: 1. Der Flysch ist vielleicht im ganzen zu wenig mächtig gezeichnet. 2. Die hier gezeichnete Lage der Brackwasserschichten des Sigriswylergrates ist noch fraglich; ebenso ist unsicher, ob der dortige untere Hohgantsandstein den Bürgenschichten (wie oben gezeichnet) oder den oberen Pilatusschichten angehöre. 3. Die Ziffern der Figur 16 bedeuten keine genaue chronologische Reihenfolge.

Complanatakalke behalten noch im ganzen ihren Charakter bei. Dagegen haben sich die oberen Pilatusschichten auffallend verändert. Die Pektinitenschiefer sind nach *Kaufmann* zwar noch am Urmiberg vorhanden, aber der obere Quarzsandstein ist durch Globigerinenschiefer ersetzt. So beginnt hier die Facies der Stadschiefer früher als am Nordrand des Pilatus, der näher der Küste lag.

Wir stehen bei Seewen am Ostende der Rigihochfluhkette und finden dort noch die letzten Anklänge an die Hohgantfacies (vgl. p. 50).

Nun folgt der etwa 20 km weite Unterbruch von Seewen bis zum Aubrig, wo wir die Bürgenschichten in anderer Facies und nur noch in etwa 15 m Mächtigkeit wiederfinden. Das ist ein Faciessprung, der nicht direkt zu überbrücken ist.

Wohl erkennen wir zwar am Aubrig noch ohne Schwierigkeit die wenig veränderte Glauconitbasis. Allein Assilina exponens tritt zum erstenmal in ihrer dünnen Varietät tenuimarginata auf und Nummulina uroniensis erreicht nicht mehr ihre normale Grösse. Zudem finden wir in einzelnen Schichten eine Fülle von Austern. Die Facies der Complanatakalke und Pektinitenschiefer ist gänzlich verschwunden. Das ist gewissermassen ein facielles Zwischenstück zwischen der echten Mürtschenfacies und der Bürgenfacies.

Als längszerrissene östliche Fortsetzung des Aubrig folgt die Riseten und der Fridlispitz, wo die Bürgenschichten fehlen und die senonen Leistmergel in Wildflysch überführen.

(Am Alpenrand liegt nördlich der Riseten die Wageten, die als Stirnstück der tiefsten helvetischen Decke uns wieder eine wenig mächtige Varietät der sonst typischen Bürgenfacies entgegenbringt.)

Gehen wir noch weiter nordöstlich, so finden wir die Bürgenschichten wieder am Nordrand der Säntisdecke mit Unterbrüchen vom Mattstock bis an das Ostende des Säntis-Stirngewölbes bei der Fähnern.

Es ist die typische Mürtschenfacies mit ihrer geringen Mächtigkeit der Glauconitkalke von 3—5 m. Assilina exponens ist massenhaft, Nummulina uroniensis aber ganz verschwunden. Ohne die Facies der Pektinitenschiefer führen diese Glauconitschichten allmählich in die hangenden Globigerinenmergel über. Das ist die bathyale Facies, in der die Globigerinen-Flyschfacies abermals tiefer unten einsetzt und die sterilen Äquivalente der Complanatakalke schon an die Flyschfacies erinnern (vergl. pag. 65 und Fig. 16).

Wir haben nun den helvetischen Alpenrand vom Thunersee bis zum Rhein verfolgt. Er wird mit Ausnahme der Wageten von der Pilatus-Säntisdecke gebildet. Vom Thunersee bis nach Seewen besteht entsprechend der tektonisch an-

nähernden Kontinuität auch eine stetige langsame Faciesveränderung. Die drei tektonisch-stratigraphischen Sprünge zwischen Seewen und Aubrig, Aubrig und Riseten, Riseten und Mattstock können nur dadurch umgangen werden, dass wir zu anderen Überfaltungsdecken hinüberschreiten.

3. Überbrückung der Faciesunterbrechungen in den östlichen Schweizeralpen.

Von Seewen aus gehen wir südlich nach Sisikon (vergl. pag. 51—53) und finden dort in der Axendecke die ursprünglich nächst nördlichere Facieszone. Die Fauna der Grossforaminiferen ist identisch mit Seewen und die Facies noch so überraschend ähnlich, dass man nicht fehlgehen kann, wenn man beide Eocaenprofile als homolog betrachtet.

Sind nun einmal die Schichten von Sisikon als Bürgenschichten in Bürgenfacies erkannt, so verfolgen wir diese über den Pragelpass bis zum Deyenstock.[1]) Jene Facies aber knüpft unmittelbar an diejenige des Assilinengrünsandes der Ostschweiz an, und der Sprung zur Mürtschendecke ist für die Faciesverschiedenheit so klein, dass wir auch hier ohne Bedenken die Verbindungslinie ziehen dürfen: Der „Assilinengrünsand“ der östlichen Schweizeralpen ist eine Facies der Bürgenschichten.

Nun handelt es sich noch darum, nach verbindenden Gliedern zwischen der Mürtschenfacies und der Facies des Kistenpasses zu suchen, um damit eine Kontrolle für den Zusammenhang Seewen-Sisikon-Mürtschengebiet zu erhalten. Ich habe die Pilatusschichten am Kistenpass bereits zur Bürgenfacies gerechnet, denn sie stimmen nach Mächtigkeit, Gliederung und Fossilgehalt geradezu verblüffend überein mit den Pilatusschichten des Bürgenstockgebietes. Die glauconitreichen unteren Bürgenschichten mit Assilina exponens sind überhaupt die konstanteste eocaene Bildung der östlichen Schweizeralpen (und sind einzig im Gebiet der Drusbergdecke durch eine andere Facies ersetzt?) Darin scheint mir ein Irrtum ausgeschlossen, wenn ich diese als ein und dieselbe Schichtgruppe und als Ablagerung ein und desselben Zeitabschnittes betrachte. Nur die Mächtigkeit schwankt ein wenig, und in der Mürtschenfacies verschwindet die

---

[1]) An Stelle meines flüchtigen Besuches des Deyenstocks 1906 wäre eine genaue Profilaufnahme allerdings sehr wünschenswert. Zwischen Sisikon und Deyenstock scheint sich der Übergang von der Bürgenfacies zur Mürtschenfacies zu vollziehen.

Nummulina uroniensis, die sonst die Assilina exponens begleitet. Die Wageten zeigt uns in bezug auf die Ausbildung noch die echte Bürgenfacies, in bezug auf die Mächtigkeit steht sie der Mürtschenfacies näher. Weitere Bindeglieder zwischen Mürtschen- und Bürgenfacies sind noch nicht bekannt, doch ist die gegebene zeitliche Parallelisierung schon zur Genüge festgestellt.

Damit kann die Verfolgung der Pilatusschichten vom einen Extrem am Thunersee (Hohgantfacies) zum anderen in der Ostschweiz (Mürtschenfacies) als in der Hauptsache erledigt betrachtet werden.

Es bleibt nur noch die etwas rätselhafte, ursprünglich südlichste Drusbergfacies, die durch die an Pilatusschichten freie Zone der „südlichen Säntisfacies" von den ursprünglich nördlicheren Zonen der Bürgen- und Mürtschenfacies getrennt ist. Wir kennen noch keine Andeutung eines Facies verbindenden Punktes. Aber vielleicht wird man einmal auf grossen Umwegen von Südwesten her in den Nummuliten-Erosionsrelikten der Drusbergdecke in Unterwalden (Giebel, Stuckli, Wandfluh, Oberbauen) einige Zwischenstadien finden (vergl. Blatt XIII geol. 1 : 100,000).

4. Faciesverbindungen in den zentralen und westlichen Schweizeralpen.

An das Profil des Pilatus-Klimsenhorn schliesst sich ursprünglich fast unmittelbar nördlich das autochthone Profil des Schlossberges an, denn die unteren helvetischen Decken sind in diesem Querprofil verschwunden und die mittleren (Axendecke) zu Rudimenten reduziert. Und in der Tat ist es nicht schwierig, die Homologa der Bürgenschichten und deren Unterabteilungen beider Profile zu erkennen, auch wenn die Nummuliten zum grossen Teil andere sind (vgl. p. 21—22, 122—123, Haupt-Tabelle nach p. 140). Ein noch schärferer Nachweis der Altersübereinstimmung ermöglicht der Flysch mit seinen drei Unterabteilungen, die in gleicher Weise im autochthonen Glarnerland und in der Titliskette aufeinanderfolgen und die tiefsten Nummulitenschichten bedecken (vgl. p. 90—91). Das ist die indirekte Methode der relativen Altersbestimmung, wie sie *Hébert* angewandt hat[1].

Es ist damit klargelegt, dass die auf der siderolithischen Gruppe aufliegenden Cerithienschichten der Titliskette an Stelle der unteren Bürgenschichten mit Assilina exponens und Nummulina uroniensis liegen und mit diesen entweder genau gleichalt oder wenig älter sind. Das Hangende beider in ihrer typischen

[1]) Vgl. *E. Haug:* Traité de Géologie II, Paris 1908, p. 540.

Entwickelung gänzlich verschiedenen Bildungen sind die gleichen oberen Bürgenschichten.

So kann trotz den noch nicht vollständig bekannten horizontalen Zwischenfacies der Bürgenschichten der helveto-bavarischen Provinz zu den Cerithienschichten und den Schichten mit kleinen Nummuliten der franco-alpinen Provinz die zeitliche Übereinstimmung nicht verkannt werden (vgl. Haupt-Tabelle nach p. 140).

Wir bewegen uns nun vom Titlisgebiet aus weiter im Bereich der brackischen Cerithienschichten nach Westen. Überall werden im Gebiet des Aarmassivs, soweit Untersuchungen vorliegen, die Cerithienschichten erwähnt [1]), und sie greifen in die ursprünglich weiter südliche Gegend der Diablerets-Decke über. Ich habe diese zwar nicht selbst studiert, doch wird die allgemein angenommene Auffassung wohl insofern richtig sein, dass sie an allen diesen Orten in ein und demselben Zeitabschnitt abgelagert wurden. Die Cerithienschichten an der Basis des Eocaen sind nun bekannt vom Schlossberg, den Gadmerflühen *(Baltzer, Arbenz),* Blümlisalp *(Trösch),* Gemmi-Balmhorn *(Lugeon),* Diablerets *(Renevier),* Savoyen *(Douxami u. a.)* etc. So ist das Netz über das ursprünglich nordwestliche helvetische Faciesgebiet der zentralen und westlichen Schweizeralpen ausgebreitet. Ja wir sehen nach der entgegengesetzten Seite noch bei Linthtal die letzten Anklänge an die Cerithienschichten (vgl. p. 18, Nr. 1 in Fig. 1).

Wo sind die Übergänge von den brackischen Cerithienschichten in die marinen unteren Bürgenschichten zu finden? Im östlichen Teil sind sie zu erwarten zwischen Surenenpass und den Clariden, im westlichen Teil in der Facieszone, die sich südlich an die Diableretsdecke anschliesst und in die Facieszone der Wildhorngruppe überführt. Diese Übergänge aufzuklären ist eine wichtige Arbeit für die Zukunft. Man wird auch dort finden, dass die Complanataschichten der südlichen Facieszone allmählich in den „Calcaire à petites Nummulites" der nördlicheren Facieszone übergeht und damit die gleiche Argumentation führen können, die ich für die Strecke Pilatus-Schlossberg angegeben habe. Das wäre abermals die indirekte Methode der relativen Altersbestimmung für die unteren Bürgenschichten der westlichen Schweizeralpen.

Dass als ganzes die Diableretsschichten den Bürgenschichten angehören, geht weiter daraus hervor, dass sie nach *Renevier* von den gleichen grauen Globigerinen-

---

[1]) Da nach *Mösch* im Profil Rosenlauigletscher (p. 23—24) der „thonig-schieferige Kalk c" von marinen Nummulitenschichten unterlagert wird, so ist es nicht sicher, ob es sich hier um die Cerithienschichten der Diablerets handelt; man könnte auch an die Äquivalente der Brackwasserschichten der Ralligstöcke denken.

schiefern und dem Taveyannazgestein überlagert werden, wie die „Complanataschichten“ der helveto-bavarischen Provinz. Mit dem Einsetzen der Flyschbildungen in der ursprünglich nordwestlichen Zone der helvetischen Facies breitet sich eine einheitliche Decke von Sedimenten aus, die über die Ablagerungen der tiefsten Nummulitenbildungen beider Provinzen hinwegschreitet.

Wir gehen nun zu der Zentralstation des Pilatus zurück und schreiten diesmal nicht in ursprünglich nördlicher und dann südwestlicher Richtung vor, sondern nach Westen längs des helvetischen Alpenrandes. Dabei gelangen wir in das Gebiet der Hohgantfacies auf der Nordseite des Thunersees, das durch maximale Entwickelung der oberen Pilatusschichten als Hohgantsandstein und Lithothamnienkalk ausgezeichnet ist. Zwischen marinem Hohgantsandstein schiebt sich eine scharf ausgeprägte, vorwiegend brackische, mergelige Schichtgruppe ein, die auch Kohlenschichten enthält. Die Cerithien scheinen nicht die gleichen zu sein wie diejenigen der Diablerets und ich glaube auch, mich nicht zu irren, wenn ich jene Brackwasserschichten einem höheren Niveau, den oberen Pilatusschichten (über den Complanataschichten, die dort fehlen) zuschreibe (vgl. Haupt-Tabelle nach p. 140). Genaue Spezialprofile zwischen Pilatus und Sigriswylergrat würden ein sicheres Resultat ergeben.

Es scheint also, dass in den Pilatusschichten zwei verschiedene Brackwasser-, resp. Cerithienschichten vorkommen:

1. eine untere Gruppe, nämlich die Schichten mit Cerithium Diaboli als Basis der Bürgenschichten; Diablerets, Titlis etc.;
2. eine obere Gruppe, nämlich die Schichten des Sigriswylergrates und der Niederhorn-Hohgantgruppe, die vermutlich im Hangenden der Bürgenschichten liegen (vgl. Haupt-Tabelle nach p. 140).

Mit dem Thunersee erreicht die Pilatusdecke ihr westliches Ende. Die Hohgantfacies scheint sich von hier weiter südsüdöstlich fortzusetzen und über die Standfluh auf die Morgenberghorndecke überzutreten (Gerihorn, Lohner-Achseten, vgl. p. 27—29), wenigstens betont *H. Douvillé* die vollkommene Übereinstimmung der Nummulitenschichten dieser Gebirgskette mit denjenigen des Niederhorns und der Ralligstöcke. Etwas genaueres ist über die Eocaenstratigraphie jener Gegenden bis zum Wildhorn noch nicht bekannt.

Wenn ich auf Grund der Integration nach einer Anzahl von Spezialprofilen dazu gelangt bin, die Cerithienschichten der Diablerets den Bürgenschichten chronologisch zuzuordnen, so muss ich zum Schlusse noch hervorheben, dass dieses Resul-

tat nicht neu ist. *Trösch* [1]) hat bereits 1908, zwar ohne Begründung, die „Diableretsschichten" der „inneren Kalkalpen" (Blümlisalp) als Parisien den „Sandsteinen mit grossen Nummuliten" der mittleren Kalkalpen (Morgenberghorndecke) in seiner Tabelle zeitlich gleichgestellt.

5. Faciesveränderungen quer zum Alpenstreichen.

Wir schreiten nun in vier Profilen von Norden nach Süden quer durch die Alpen, indem wir uns die Decken und Falten ausgeglättet und an ihr Ablagerungsgebiet hin zurückversetzt denken.

a) Von den ***westlichen Schweizeralpen*** kann nach der bestehenden Literatur kein vollständiges Bild entworfen werden.

Am Balmhorn sind die Bürgenschichten (nach Lugeon) noch relativ schwach entwickelt (ca. 30 m) und die Cerithienschichten im unteren Teil nur 3 m mächtig. An den Diablerets liegen die Pilatusschichten ebenso auf Bohnerzbildungen, diese jedoch auf Schrattenkalk. Die Brack- und Süsswasserschichten erreichen mit ca. 32 m (nach *Renevier*) an den Diablerets die maximale Mächtigkeit und Einzelgliederung. Die Quarzsandsteine und Lithothamnienkalke sind ersetzt durch den mächtigeren „grès nummulitique" (45 m) und den „calcaire à petites nummulites". Der Sprung nach Süden bis zum Wildhorn ist faciell noch nicht direkt überbrückt. An Stelle der Cerithienschichten liegen rein marine Schichten mit grossen Nummuliten. In den südlicheren Facieszonen der Préalpes sind die tiefsten Nummulitenschichten gänzlich verschwunden.

b) In einem ***Querprofil durch das Gebiet des Thunersees*** finden wir die ursprünglich nördlichst bekannten Pilatusschichten in der Blümlisalpgruppe. Nach *Trösch* fehlen dort die Brackwasserschichten zwischen marinem Hohgantsandstein; dagegen sind die Diablerets-Cerithienschichten dem Bohnerz direkt aufgelagert. Die Schichtfolge ist neritisch und besteht aus Hohgantsandstein und Lithothamnienkalken. Das Profil der Fisistöcke erinnert nach *Trösch* in manchen Punkten auffallend an dasjenige des Sigriswylergrates (vgl. p. 25).

Mit dem Sprung zum Sigriswylergrat gelangen wir in eine südöstlichere Facieszone. Die Lithothamnienkalke und die Hohgantsandsteine erreichen bis zur Hohgantgruppe die mächtigste Entfaltung. Es zeigen sich ausser der Mächtigkeitszunahme gegenüber der Blümlisalp noch folgende Unterschiede:

---

[1]) *A. Trösch:* Kientaleralpen, Eclogae geol. helv. 1908, Vol. X, Nr. 1, p. 139.

1. Die Cerithienschichten an der Basis des Eocaen sind verschwunden und statt dessen finden wir brackische Schichten höher im marin-nerithischen Hohgantsandstein mit scharfen Grenzen eingelagert.

2. Bohnerz ist verschwunden und an Stelle des unteren Neocom als Liegendes tritt der Schrattenkalk. Vom Alpenrand aus gegen das südöstlichere Niederhorn und den Beatenberg scheinen die Lithothamnienkalke mehr und mehr zu verschwinden. Noch einen Schritt weiter südöstlich, an der Waldegg, finden wir an Stelle der noch kompakten Hohgantsandsteine des Beatenberges den Thongehalt überhandnehmen und die brackischen Einlagerungen scheinen verschwunden zu sein. An der Basis tritt neu hinzu der von den östlicheren Gegenden altbekannte Complanatakalk. Und dieser ruht nicht mehr auf Schrattenkalk, sondern auf Seewerkalk.

Wir gelangen weiter zu dem südöstlichsten helvetischen Faciesgebiet an die Harder-Morgenberghornkette. Die Facies der Pilatusschichten ist hier rein marin und die Mächtigkeit scheint abgenommen zu haben. Das Liegende bleibt die obere Kreide.

c) Für das ***Vierwaldstättergebiet*** wählen wir den Schlossberg als Ausgangspunkt. Auch hier finden wir Bohnerz, darüber die Reste der brackischen, unteren Cerithienschichten, darüber marin-nerithische Sandsteine und Kalk mit Lithothamnien und den kleinen Nummuliten der franco-alpinen Provinz (vgl. p. 19—22).

Fast unmittelbar südöstlich schliesst sich daran der Pilatus mit dem Profil des Klimsenhorns (vgl. p. 40—46). Einzelne kleine Nummuliten der franco-alpinen Provinz bleiben noch in den tiefsten Schichten erhalten (z. B. N. striata, Boucheri), dazu gesellen sich aber die grossen Nummuliten (Nummulina uroniensis und complanata). Die Facies ist rein marin-nerithisch geworden und als Liegendes tritt wie im Thunerseeprofil der Schrattenkalk an Stelle der älteren, mesozoischen Schichten, und das Bohnerz ist verschwunden. Die Mächtigkeiten aber bleiben noch als ganzes und in den einzelnen Unterstufen wenig verändert.

Wenn wir nun den Pilatus südlich überschreiten, so gelangen wir in eine Zone, wo die Bürgenschichten (= untere Pilatusschichten) völlig auskeilen und die oberen Pilatusschichten direkt auf die Kreide zu liegen kommen. Es ist im ausgeglätteten Profil, als wäre eine sanfte Antiklinale von unten her aus den Pilatusschichten ausgeschnitten (vgl. Fig. 6, p. 45). Wir werden später diese scheinbare Antiklinale in ihrem Streichen verfolgen. Jetzt überschreiten wir sie und gelangen in die wichtige Zone der Bürgenfacies.

Vom Mueterschwandenberg finden wir diese Facies der gleichen Kette entlang über den Bürgenstock und zum Vitznauerstock und der Rigihochfluhkette von Südsüdost an den Alpenrand ziehend — die gleiche Zone streicht ursprünglich weiter nordnordöstlich bis zur Axendecke, wo heute Sisikon liegt. Durchweg sind, wie am Pilatus-Klimsenhorn, die Complanatakalke entwickelt; der Basis-Nummulitensandstein des Pilatus aber ist ersetzt durch maximal (10—25 m) entwickelte Glauconitbildungen, in denen nicht nur Nummulina uroniensis, wie am Klimsenhorn, auftritt, sondern in unzähligen Exemplaren die Assilina exponens neu hinzukommt. Das Meer hat sich vertieft und wir bewegen uns schon in einem weiter von der Küste entlegenen Strich.

Dem Versuch, weiter südöstlich vorzudringen, stehen im Wege die „Klippen" des Stanser- und Buochserhornes; in der nordöstlichen Verlängerung folgt das Gersauer Wasserbecken, dann die Alluvionsfläche der Muota und von Schwyz an abermals Flysch mit Klippen obenauf. So können wir nicht entscheiden, wie sich die Pilatusschichten verändern [1]). Eines können wir mit Sicherheit konstatieren, dass die dem Eocaen zugrunde liegenden Kreideschichten nach Südosten stets jüngere werden, indem nun das Senon die Basis des Eocaen bildet. Es frägt sich nun, ob die Flyschzone Sarnen—Schwyz—Hinterwäggital nicht ebenso wie die weiter östliche Fortsetzung des Oberseetales (Riseten) und von Amden durch ein vollständiges Fehlen der Bürgenschichten ausgezeichnet sei und da wie dort der Flysch (in Wildflyschfacies) den senonen Leistmergeln direkt aufliege. Wäre dies der Fall, so könnten wir darin eine zweite Zone erblicken, in der die Pilatusschichten flach antiklinal von unten her ausgeschnitten erscheinen.

Mit der südlichsten helvetischen Facieszone vom Bauen über den Frohnalpstock und bis zum Drusberggebiet beginnen scheinbar plötzlich zwei neue Sedimente: die Wangschichten als jüngste Kreide und die in messerscharfem Kontakt konkordant darauf liegenden zoogenen Nummulitenkalke, die ich von Iberg eingehend beschrieben habe (p. 56—61). Diese Nummulitenschichten, die nun an Stelle der Bürgenschichten liegen, treten in einem ganz neuen und fremdartigen Gewande auf — es sind auch nicht sicher die genauen zeitlichen Äquivalente der Bürgenschichten.

Die weiter südöstliche helvetische Fortsetzung ist abgewittert und in den Klippen sind keine Pilatusschichten zu finden.

---

[1]) Ein Studium der Eocaenbasis in der Melchaaschlucht südlich Kerns würde hingegen einen weiteren kleinen Schritt nach Südosten ermöglichen (vgl. p. 90).

d) Ein Querprofil durch das jetzige ***Walensee-Linthgebiet*** führt uns von Nordwesten her zuerst an die Sedimentdecke des Aarmassivs zwischen Kistenpass und Calanda.

Würden wir aber unser Profil etwas weiter südwestlich abstecken, so müssten wir noch vorher bei Linthtal-Kammerstock die östlich letzten Rudimente der Cerithienschichten und die darüber liegenden, noch rudimentären, litoralen Sandsteine (5 m) der Bürgenschichten begrüssen (vgl. p. 17—18 und Fig. 12, p. 85).

In der Zone Kistenpass-Calanda begegnen wir der typischen Bürgenfacies, wie wir sie vom Vierwaldstättergebiet kennen gelernt haben: unten Glauconitkalke voll Assilina exponens und Nummulina uroniensis von hyponeritischem Charakter, auf Seewerkalk liegend, oben Complanatakalk, Sandkalke und Sandstein, darüber „Pektinitenschiefer" und Globigerinenschiefer in der Facies der Stadschiefer.

Nun gelangen wir in grossem orographischem Sprung von 35 km plötzlich an den Nordrand der Alpen, an die Wagetenkette. Aber dem orographischen Sprung entspricht nur eine geringe Faciesveränderung; die Wagetenstirn mit den 15 m mächtigen Grünsanden und Complanatakalken gehört noch in das Faciesgebiet des Kistenpasses (Bürgenfacies) und scheint unmittelbar südöstlich auf jene Zone zu folgen. Die Mächtigkeitsabnahme ist auffallend trotz gleicher Einzelgliederung. Da wie dort folgen über den Bürgenschichten mittelbar Globigerinenschiefer und dann die Taveyannazgruppe [1]).

Mit dem Eintritt in die Glarner- und Mürtschendecke des Walensee-Linthgebietes verschwinden die für die Bürgenfacies so bezeichnenden Complanatakalke. Das ist ein Charakteristikum der Zone der Mürtschenfacies, die wir nun betrachten. Wie in der Bürgenfacies liegen auf den Seewerschichten die tiefgrünen Glauconitkalke. Allein die Fauna hat eine andere Zusammensetzung. Zwar dominiert da wie dort Assilina exponens; es tritt aber neu hinzu deren schmalrandige var. tenuimarginata. Dafür ist Nummulina uroniensis gänzlich verschwunden. Die Glauconitschichten führen in sterile, thonige Kalke und diese in Globigerinenschiefer über. Nicht nur die Facies der Complanatakalke, sondern auch diejenige der „Pektinitenschiefer" ist endgültig verschwunden; und die Bürgenschichten erreichen ihr Minimum mit etwa 5 m Mächtigkeit.

In welcher Weise der „Assilinengrünsand" verschwindet, lässt sich leider deshalb nicht ermitteln, weil er zum letztenmal am Nordrand der Säntisdecke auf-

[1]) Taveyannazsandstein wurde an der Wageten zuerst durch *Ernst Blumer* entdeckt (*E. Blumer:* Zur Kenntnis des helvetischen Alpen-Nordrandes, Vierteljahrsschr. der naturf. Ges. Zürich 1906).

tritt und die unmittelbar südöstlichere Säntismauer bis auf die untere Kreide abgewittert ist. Tatsache ist, dass am Mattstock-Südostrand, d. h. in etwa 2,5 km ausgeglätteter Distanz südöstlich des letzten „Assilinengrünsand"-Restes der Mattstock-Nase[1]) die Bürgenschichten gänzlich verschwunden sind und die senonen Leistmergel ohne erkennbare Grenze in den Wildflysch mit exotischen Blöcken überführen.

Wir sind damit von der Mürtschenfacies in das Gebiet der südlichen Säntisfacies gelangt, das vom Oberseetal und der Riseten westlich der Linth über Amden und Wildhaus und die südlichen Säntisgewölbe führt. Es ist das nach Südosten offene und abgewitterte grosse Gebiet der Säntisdecke, in dem die Bürgenschichten ebenso wie in den Préalpes gänzlich fehlen.

6. Vergleich der vier Querprofile — Resultate.

Wenn wir nun über unsere vierfache Alpendurchquerung zurückschauen und uns nicht stören lassen von der jetzigen komplizierten Lagerung, so muss uns vor allem folgendes auffallen:

1. Die Bürgenschichten kommen nur in der helvetischen Facies vor.
2. In allen vier Fällen sind wir von einem ähnlichen nordöstlichen Faciestypus ausgegangen, der an die Nähe der Küste und der Flussmündungen erinnert, und wo brackische Schichten transgressiv von marin-neritischen überholt werden.
3. Das südöstliche Endstadium der Bürgenschichten ist rein marin entwickelt.
4. Mit Ausnahme der Drusbergdecke ist die südöstlichste Facieszone, soweit sie nicht abgewittert ist, durch das Fehlen der Bürgenschichten und eine problematische Senon-Flyschgrenze ausgezeichnet.[2])
5. In bezug auf die tektonischen Zonen sind die einander am nächsten stehenden Facies der vier Querprofile gegen einander verschoben. Mit anderen Worten: die Facieszonen schneiden die tektonischen Linien schief. Wir werden später darauf zurückkommen.

---

[1]) Vgl. *Arnold Heim:* Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. Vierteljahrsschr. der naturf. Ges. 1906, Tafel VIII, Fig. 3.

[2]) Auch das südalpine Faciesgebiet (Chiasso) stimmt darin überein, dass auf die senone Scaglia ohne ermittelte Grenze der Macigno folgt.

7. Tektonisch-stratigraphische Tabelle.

Zwei Querprofile durch die Bürgenschichten in den östlichen und zentralen Schweizeralpen.

(N = Nummulina, A = Assilina.)

	Die wichtigeren Decken		Walensee-Linthgebiet		Vierwaldstättergebiet
Südost →	Drusbergdecke (u. Alviergruppe)	Zone ohne Bürgenschichten	fehlen	Drusbergfacies	Nummulitenkalk organogen, mit N. irregularis, Murchisoni, complanata, A. granulosa usw., auf Wangschichten, 10—20 m oder mehr
	Rädertendecke	Zone ohne Bürgenschichten	fehlen		in der Tiefe verborgen
	Säntisdecke	Zone ohne Bürgenschichten	fehlen	Bürgenfacies	Sandstein und Complanatakalk voll N. complanata; Glauconitkalk mit A. exponens und N. uroniensis auf Seewerkalk, 50 m
		Mürtschenfacies	Glauconitkalk mit A. exponens, 3—5 m, auf Seewerschichten	Bürgenfacies	
	Axendecke	Mürtschenfacies	thoniger Kalk und Glauconitkalk mit A. exponens, auf Seewerschichten, 10 m	Bürgenfacies	Sandkalk und Complanatakalk mit N. complanata; Glauconitkalk mit A. exponens und N. uroniensis, 15 + x m
	Mürtschendecke	Mürtschenfacies	Glauconitkalk mit A. exponens, auf Seewerkalk, 3—10 m		
	Glarnerdecke (u. Wageten)	Mürtschenfacies	thoniger Kalk und Glauconitkalk mit A. exponens, auf Seewerkalk, ca. 15 m		
		Bürgenfacies	Complanatakalk, sandig, voll N. complanata und Glauconitkalk mit A. exponens, auf Seewerkalk, 15 m		
Nordwest ←	autochthon	Bürgenfacies	Sandstein, Complanatakalk mit N. complanata, Glauconitkalk mit A. exponens und N. uroniensis, auf Seewerkalk, 30—40 m	Titlisfacies	Sandstein und Kalk mit kleinen Nummuliten und Lithothamnien, N. striata, Heeri; Sandstein massig; Mergel der Cerithienschichten, auf Bohnerz u. Malm, 50 m

8. Verbreitung der grob-klastischen Gemengteile.

Im allgemeinen vermissen wir in der stratigraphischen Literatur die wichtigen Angaben über die genauere Beschaffenheit der Sedimente und die Korngrösse

der Gemengteile. Es gilt dies im besonderen für die westlichen Schweizeralpen, die daher leider bei der folgenden Betrachtung ausgeschaltet werden müssen. Die Beobachtungen *Kaufmann's* stehen auch in diesen Fragen einzig da.

Nördlich des Thunersees sind von manchen Stellen Basis-Konglomerate in der Literatur erwähnt. Ob wirklich echte Basis-Konglomerate bestehen, muss noch nachgeprüft werden; denn jene sog. „Konglomerate", die ich dort sah, fasse ich nur als scheinbare Konglomerate auf, die durch (submarine) Auflösung der liegenden Kalke entstanden sind (Waldegg, Sigriswylergrat vergl. p. 30—34).

a) Titlisfacies.

Am Schlossberg und besonders am Stierenbach-Wasserfall am Surenenpassweg ist sehr schön zu sehen, wie über den den Cerithienschichten entsprechenden Mergeln zuerst 1,5—2 m feinkörniger Quarzsandstein folgt, wie dann aber darüber in ebensolchem Sandstein lagenweise oder einzeln pseudo-porphyrisch zerstreute Geröllchen von milchweissem Quarz bis zu 1,5 cm Durchmesser auftreten. Auch in höheren Lagen im massigen Sandstein treten Quarzgeröllchen auf (vgl. p. 19, Fig. 2, Nr. 6).

b) Hohgantfacies.

Am Sigriswylergrat fand ich im unteren Hohgantsandstein die Quarzkörner bis 1 mm, seltener 2 mm gross. Im oberen Hohgantsandstein hingegen erreichen die milchigen Quarzgerölle bis 1 cm Durchmesser, doch liegen sie pseudo-porphyrisch eingebettet in Sandstein, dessen Korngrösse durchschnittlich 1 mm nicht übersteigt (vgl. p. 33—36).

Gegen die südöstlichere Zone des Beatenberg und der Waldegg hin scheint die Korngrösse im ganzen abzunehmen. *Kaufmann* findet im Hohgantgebiet im sonst feinkörnigen Hohgantsandstein an einer Stelle 2—3 mm grobe Quarzkörner, an einer andern solche von Erbsengrösse.

c) Pilatusfacies.

Auf der Nordseite des Pilatus gibt *Kaufmann* aus dem „unteren Quarzsandstein" Quarzkörner von 0,5—6 mm und aus dem „oberen Quarzsandstein" solche von 1,5 mm an. Ich notierte das gleiche, fand jedoch im „oberen Quarzsandstein" nicht selten auch Quarzgeröllchen von 5 und 6 mm, besonders auf dem Gipfel des Klimsenhorns.

d) Bürgenfacies.

In dieser Facies nimmt die Korngrösse ab, besonders in den unteren Bürgenschichten, in denen ein körniger Glauconitkalk die Oberhand gewinnt (vergl.

Tafel VIII, Fig. 20—22)[1]. Der obere Teil enthält jedoch noch starke und gelegentlich grobkörnige Sandsteinbeimengungen auf grobkörnige Sandschlieren im Complanatakalk. So enthalten die Complanataschichten von Sisikon reichlich 1—2 mm grobe Quarzkörner. Ebensolche weisse und graue Quarzkörner, z. T. mit krystallographischer Begrenzung enthalten die Complanatakalke der Wageten und verursachen die ausserordentlich rauhe Anwitterung. Am Kistenpass befinden sich die am gröbsten sandigen, rauh gelbbraun angewitterten Lagen über und unter der Haupt-Complanatakalkbank (vgl. p. 16); die Quarzkörner erreichen 1—3 mm Durchmesser. Die gleiche Korngrösse treffen wir weiter nördlich bei Linthtal, doch ist dort in der reduzierten, küstennahen Facies die Versandung intensiver und scheint schon früher begonnen zu haben (vgl. p. 17—18).

e) Drusbergfacies.

Endlich fand ich bis 1 mm grobe, milchige Quarzkörner auch in einem ursprünglich vielleicht 50 km weiter südlichen Gebiet, in den Crinoidenbreccien an der Basis der Nummulitenschichten am Fidersberg (vergl. p. 57—59).

f) Mürtschenfacies.

Allein wenn wir jetzt zur Mürtschenfacies in der Ostschweiz übertreten, so finden wir ein kompaktes, sehr feinkörniges Glauconitgestein, indem die Quarzkörnchen unter 0,5 mm bis 0,1 mm zurückbleiben (Tafel VI, Fig. 30). Damit sind wir gleichzeitig am weitesten vom Gebiet der Süss- und Brackwasserablagerungen entfernt, am weitesten in das Meer hinausgelangt. Da lebte mit Vorliebe Assilina exponens.

9. Herkunft der grobklastischen Gemengteile.

Sehen wir jetzt ab von den Sandkörnern der Drusbergfacies, die möglicherweise aus Süden stammen und ebenso von dem Fund eines 8 cm langen Habkerngranitgerölles im Glauconitgestein von Seewen[2]), so steht das Resultat klar vor uns:

Die gröbsten klastischen Gemengteile sind in der ursprünglich nordwestlichsten Facieszone eingestreut und die Korngrösse nimmt ab nach Osten und gegen das Alpen-Innere. Sie stammen also von der

[1]) Ferner vergl. *Arnold Heim:* Vierteljahrsschr. der naturf. Ges. Zürich 1908, Tafel I.
[2]) Vgl. *Arnold Heim:* Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1908, p. 377—386, Tafel I.

nordwestlichen oder westlichen Küste, vermutlich aus dem hercynischen Gebiet von Schwarzwald und Vogesen bis Plateau central.

Ausser Quarzgeröllchen fand *Kaufmann* im Hohgantsandstein auch Feldspathkörner. Es mag auch noch an die siderolitischen Bildungen des Schlossberges erinnert werden, die bis 8 cm grosse Gerölle von rotem Granit und ziegelrotem Gestein enthalten und wohl ebenso aus dem Schwarzwald-Vogesengebiet herzuleiten sind[1]).

10. Arten und Tiefen der Ablagerungen im allgemeinen.

Im Sinne von *E. Haug* bezeichnen wir marine Ablagerungen aus der Tiefenzone zwischen der Ebbelinie und 200 m als neritisch. Diejenigen Sedimente, die sich unmittelbar nach unten an die „100-Fadenlinie" anschliessen, bezeichne ich als hyponeritisch. Bathyal nennt man die Ablagerungen von 200—1000 m Tiefe und abyssal diejenigen der eigentlichen Tiefsee, unterhalb 1000 m.

Die sämtlichen marinen Sedimente der Pilatusschichten gehören zu den „Terrigenous Deposits" im Sinne von *J. Murray*.

Wir betrachten im folgenden zunächst einige prägnante Gesteinsfacies in bezug auf die Frage der Ablagerungsbedingungen und können dann auf Grund des Gesetzes von der Korrelation der Facies und der allmählichen Faciesveränderung rückwärts auf die Ablagerungsbedingungen der „stummen" Sedimente schliessen.

So wichtig die Kenntnis der Verteilung von grobklastischer Beimengung ist, dürfen sie jedoch nicht in erster Linie für die Tiefenbestimmmung der Ablagerungen verwertet werden, denn wir wissen noch viel zu wenig über die submarinen Transportmöglichkeiten der Gegenwart.

11. Süss- und Brackwasserbildungen.

Wir haben zwei solche Lager kennen gelernt.

Das eine bildet die Basis der Bürgenschichten und dehnt sich regional über das ganze, ursprünglich nordwestliche Gebiet der siderolithischen Bildungen und bis weit in die französischen Alpen aus (vgl. p. 123). Es ist ein facielles Übergangsglied zwischen der Festlandfacies und der marinen Facies.

---

[1]) Eine petrographische Untersuchung dieser Gerölle im Vergleich zu den Schwarzwald-Vogesen-Gesteinen einerseits und zu den exotischen Gesteinen andererseits wäre eine sehr verdienstliche Arbeit.

Das andere ist im marinen Hohgantsandstein eingelagert und ist bis jetzt nur bekannt in dem ursprünglich weiter südöstlichen Faciesgebiet der oberen helvetischen Decken des Thunerseegebietes. Im Osten, am Pilatus, sind diese Brackwasserschichten schon durch rein marin-neritische Bildungen ersetzt.

Beide Gruppen brackischer Bildungen sind häufig von Kohlenlagern und von Süsswasserkalken und -Mergeln mit Chara, Limnaea resp. Planorbis begleitet.

Diese wechselnden, bald mehr lakustren, bald mehr brackischen Schichtchen machen den Eindruck des Zögerns der grossen Mitteleocaen-Transgression [1]). Bevor das Meer endgültig das weite Flyschgebiet erobert hat, pendelt es noch vorübergehend hin und her. Dann aber schreitet die geosynclinale Senkung eindeutig vorwärts.

Das südöstliche Ufer des ersten Brackwassergebietes verläuft annähernd parallel der Südostgrenze der terrestrischen Siderolithbildungen, d. h. sie überschreitet unter spitzem Winkel das Aarmassiv und reicht in der Westschweiz ebenso weit (ca. 20 km) südlich, wie sie in den östlichen Schweizeralpen nördlich desselben vorbeizieht. Nordwestlich dieser Linie bis zu dem unter dem jetzigen Molasseland hindurchziehenden Ufer lag das erste mitteleocaene Süss- und Brackwassergebiet.

Das später in südöstliche Regionen zurückgreifende Brackwassergebiet scheint eine viel lokalere Ausdehnung gehabt zu haben. Über dessen Ausdehnung lässt sich aus Mangel an Spezialprofilen noch nichts sicheres feststellen.

12. Marin-neritische Bildungen.

Als typisch neritisch-organogene Bildung stellen wir an erste Stelle den ***Lithothamnienkalk,*** wie z. B. den „Ralligmarmor“ des Sigriswylergrates, die Lithothamnienkalke der Blümlisalp, der Gemmi, des Schlossbergs, der Stockfluh bei Iberg usw.

Bekanntlich gedeihen in den jetzigen Meeren, besonders in tropischen Regionen, die Lithothamnienriffe stets nahe der Wasseroberfläche, manchmal sogar

[1]) Ich erlaube mir die Bemerkung, dass im allgemeinen die Überlagerung von marinen auf Süsswasser- oder Brackwasserbildungen nicht ohne weiteres eine echte Transgression bedeutet. Es ist wohl denkbar, dass in einem Wasserbecken eine Regression langsam fortschreitet, aber infolge Ingression oder lokaler Barrenversenkung weit ausserhalb des zu untersuchenden Gebietes eine marin-neritische Ablagerung auf eine Süsswasserbildung aus grösserer Tiefe folgt (man denke an die Ostsee, das schwarze und kaspische Meer etc.). In unserem speziellen Falle deuten immerhin die Süsswasserbildungen ebenso wie die damit wechsellagernden brackischen und marinen Bildungen, sowie der ganze Charakter der Faunen auf sehr geringe Ablagerungstiefen, und wenn nicht auf litorale (s. str.), so doch auf sublitorale Regionen. In manchen Beziehungen wird man an die Verhältnisse des Pariserbeckens erinnert.

werden sie bei Tiefebbe über Wasser gefunden (Siboga-Expedition). Die Lithothamnienkalke sind im allgemeinen reich an Grossforaminiferen und zwar an spezifisch neritisch lebenden, stenobathen Arten, die in den Ablagerungen grösserer Meertiefe (Ostschweiz) spurlos verschwinden (vgl. p. 38—39). Wir werden auf diese mehr gegen die Paläobiologie neigenden Fragen im zweiten Hauptteil dieser Arbeit näher eintreten.

In zweiter Linie kommen als nerithische Bildungen in Betracht die Fossilschichten im Hohgantsandstein des Niederhorns, der „calcaire à petites nummulites“ der Diablerets. Die zahllosen Mollusken deuten nach meiner Ansicht nicht auf Litoral im engeren Sinne, sondern auf sublitorale Bildungen ausserhalb und unterhalb der Ebbelinie.

Mit den genannten Bildungen nahe verwandt und in diese sowohl in horizontalem wie vertikalem Sinne übergehend sind der Hohgantsandstein, die Complanatakalke mit ihren groben Quarzsandkörnern und der reichsten Entfaltung von Nummulina complanata neben massenhaften Orthophragminen. Es sind ebenso neritische Ablagerungen.

Das Haupt-Verbreitungsgebiet der neritischen Ablagerungen der Pilatusschichten ist die ursprünglich nordwestliche und westliche Gegend innerhalb der helvetischen Facies.

13. Marin-bathyale Bildungen.

Wir werden im Abschnitt Flyschgruppe die Facies der Globigerinenschiefer behandeln. Für die Bürgenschichten kommt an dieser Stelle vor allem in Betracht der Assilinengrünsand und Glauconitkalk der Mürtschenfacies.

Es herrscht zwar in weiten Kreisen die Gewohnheit, die glauconitreichen Ablagerungen schlechtweg als neritisch zu bezeichnen. Und doch hat sie der „Challenger“ in den gegenwärtigen Meeren noch bei 4000 m Tiefe gedredgt. Ein Glauconitgestein kann ebensogut abyssal wie neritisch abgelagert worden sein. Selbst die eigentlichen Grünsande der Gegenwart sind aus mehr als 1000 m Tiefe bekannt. Während also der Glauconit als Reagens für Tiefenbestimmung ausgeschaltet werden muss, ist er jedoch das beste „Leitfossil“ für marine Facies und er zeigt uns auch an, dass er in nicht allzugrosser Entfernung (bis 200 km) von der Küste abgelagert worden ist[1]). Die Assilinen und Orthophragminen sagen

[1]) Vgl. L. W. Collet et G. W. Lee: Recherches sur la Glauconie. Proceedings of the Royal Soc. of Edinburgh. Vol. XXVI, Part. IV 1905/06.

uns vorderhand nichts; wir wollen umgekehrt zuerst die Tiefe ihres Gedeihens nach vergleichend lithologischen Gesichtspunkten zu ermitteln suchen.

Es kommen zur Tiefenbestimmung der Glauconitbildungen der Mürtschenfacies folgende Gesichtspunkte in Betracht:

1. Grösste Entfernung von den Ablagerungen mit Süss- und Brackwasserschichten.
2. gleichmässiges und feines Korn ohne Grobsand;
3. kein Basiskonglomerat vorhanden;
4. glatter, messerscharfer Kontakt zu den bathyalen Seewerschichten;
5. geringe Mächtigkeit (3—10 m);
6. langsame Faciesveränderung in vertikalem Sinne;
7. relative Konstanz der Facies; langsame Faciesveränderung in horizontalem Sinne;
8. relativ geringe und langsame Veränderungen der Mächtigkeiten;
9. langsame und geringfügige Faunenveränderung;
10. Fehlen neritischer Bildungen im Hangenden;
11. Verschwinden der Complanatakalke und Ersatz durch sterile, thonige Kalke;
12. nur ein und dieselbe Glauconitfacies ohne deutlichen Schichtwechsel an Stelle des dutzendfachen, vertikalen Facieswechsels der westlichen (neritischen und brackischen) Äquivalente;
13. keine für die neritische Tiefenzone bezeichnenden Petrefakten;
14. Petrefakten-Armut mit Ausnahme der Assilina exponens und Orthophragmina discus.

Die genannten Gesichtspunkte scheinen mir eindeutig dafür zu sprechen, dass das Glauconitgestein der unteren Bürgenschichten in der Mürtschenfacies eine bathyale Bildung ist. Die Ablagerungstiefe mag vielleicht 500 m betragen.

Von nun an können wir als typisch für die bathyale Glauconitfacies betrachten das dominierende Auftreten von **Assilina exponens** mit **Orthophragmina discus** var. **laevitenuis.** Nummulina complanata steigt nur noch vereinzelt oder gar nicht mehr in die ihr unbehagliche Tiefe hinab und Nummulina uroniensis meidet das tiefere Meer gänzlich.

Für die Schichtreihe der unteren Kreide ist in der Mürtschengruppe bezeichnend das Vorherrschen der zoogen-neritischen Facies[1]). Mit der Eocaen-

[1]) Vgl. *Arnold Heim:* Gliederung und Facies der Berrias-Valangien-Sedimente in den helvetischen Alpen. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich 1907.

transgression hat sich das Verhältnis umgekehrt, indem sich nun die Mürtschenfacies von den benachbarten Facies durch ihren bathyalen Charakter auszeichnet.

14. Hyponeritische Bildungen.

Wenn die obigen Ableitungen richtig sind, so bietet die Tiefenbestimmung der durch alle horizontalen Faciesübergänge mit den oben behandelten Typen verknüpften zwischenliegenden Sedimenten keine Schwierigkeit mehr. Denn nach dem Gesetz von der Korrelation der Facies müssen die verbindenden Schichten zwischen verschiedenen, nach der Ablagerungstiefe bestimmten Facies auch in mittleren Tiefen abgelagert worden sein.

Als eine solche Facieskette betrachte ich die seitliche Aufeinanderfolge von:

1. Unteren Cerithienschichten;
2. Basis-Nummulitensandstein des Pilatus-Klimsenhorn mit Nummulina uroniensis, ohne Assilinen.
3. Glauconitschichten der Bürgenfacies mit Nummulina uroniensis neben Assilina exponens.
4. Glauconitschichten der Mürtschenfacies mit Assilina exponens, ohne Nummulina uroniensis.

Der Faciestypus 1 ist brackisch, 2 neritisch, 4 als bathyal bestimmt, daher 3 = hyponeritisch. Diese hyponeritischen Glauconitkalke zeichnen sich durch ihre grossen Glauconitkörner aus (vergl. Taf. VIII, Fig. 21, 22).

Abyssale Ablagerungen sind in den Schweizeralpen im Eocaen überhaupt unbekannt.

15. Die Mengen der Ablagerungen und die isometrische Richtung.

Nachdem wir die tektonischen Alpenzonen sowohl in ihrer Längsrichtung als auch in vier Querprofilen durchzogen haben (p. 153—157), können wir versuchen, uns eine Vorstellung von den Mächtigkeits-Zonen und ihrer Anordnung im ursprünglichen Ablagerungsgebiet zu machen.

Wir betrachten vorerst die Bürgenschichten.

Mit Ausnahme des Vierwaldstätter-Querprofils haben wir gefunden, dass von Nordwest nach Südost, d. h. alpeneinwärts, und vom mehr oder weniger hypo-

thetischen Ufer weg die Bürgenschichten zuerst an Mächtigkeit zunehmen, dann wieder abnehmen[1]. Die Zone der Mächtigkeits-Maxima (50—80 m) ist ausgezeichnet durch vorherrschend neritische Facies. Sie verläuft durchschnittlich etwa in der Richtung **W 32° S,** überschreitet von Südwest nach Nordost in sehr spitzem Winkel das Aarmassiv, mag aber auch lokal dem Aarmassiv parallel entlang ziehen. Die Richtung ist nahezu parallel dem Südostrand der siderolitischen Bildungen und der unteren Cerithienschichten.

Über die Mächtigkeits-Ordnung der oberen Pilatusschichten können wir uns solange noch keine sichere Vorstellung machen, als die Parallelisierung der Hohgantsandsteine und Lithothamnienkalke des Sigriswylergrates mit dem Taveyannazgestein des südöstlicheren Faciesgebietes eine offene Frage bleibt. Das Gebiet der Hohgantfacies scheint ein Zentrum sandiger Ablagerungen zu sein, und ein Fluss mag irgendwo von Nordwesten oder Westen her gemündet und das Material herbeigeführt haben.

16. Die Korrelation der Facies.

Wir haben nun zuerst die verschiedenen Faciestypen herausgegriffen, dann ihren Zusammenhang in der Längs- und Querrichtung der Alpen verfolgt und die Faciessprünge zu umgehen gesucht. Nachher haben wir die Ablagerungstiefen ermittelt. Es handelt sich jetzt darum, den Zusammenhang der verschiedenen Facies nach der Rückversetzung der Decken und Ausglättung der Falten in der Ablagerungsfläche klarzulegen. Ich habe dies in der nebenstehenden Tabelle versucht. Die obere Kolonne bezieht sich auf das Gebiet des Aarmassivs; das Ablagerungsgebiet der helvetischen Decken schliesst sich südöstlich daran.

Vor allem springt das bathyale Gebiet der östlichen Schweizeralpen in die Augen, und diesem gegenüber liegt in der Westschweiz das neritische, Brack- und Süsswassergebiet. Beide werden umsäumt und verbunden durch marin-neritische und hyponeritische Bildungen.

[1] Es scheint mir dies ein allgemeiner gültiges Gesetz zu sein. Es kommt namentlich wunderschön zum Ausdruck in den Kreideablagerungen der helvetischen Facies.

Schematische Darstellung des ursprünglichen Facies-Zusammenhanges der Pilatusschichten.

	Tektonische Zonen	Westschweiz	Zentralschweiz	Ostschweiz	Tektonische Zonen	
NW ↑	Nordseite des Aarmassivs	*Gemmi* = ***Blümlisalpf.*** (*) ? ······ ***Blümlisalpfacies*** (+ *) ······	***Titlisfacies*** (+ *) – – – – ? – – – –	B ü r g e n f a c i e s	Aarmassiv autochthon	*NW* ↑
	Untere helv. Decken Dts. de Morcles, Diablerets	***Diableretsfacies*** (+ *)	?	B ü r g e n f a c i e s —— **Mürtschenfacies**	Glarnerdecke Mürtschendecke Axendecke	
	Pilatusdecke (= Säntisdecke)	······ ? ······ ***Hohgantfacies*** (+) ——	*Pilatusfacies* ——	B ü r g e n f a c i e s ······ **Mürtschenfacies**	Säntisdecke	
↓ *SE*	Morgenberghorndecke (= Drusbergdecke)	W i l d h o r n = ? ······ M o r g e n b e r g h o r n f a c i e s ······	? ······	*Drusbergfacies* ······ fehlt ······	Drusbergdecke	↓ *SE*

marin bathyal = **fett gedruckt**
marin-neritisch bis hyponeritisch = g e s p e r r t
marin-neritisch = *Cursiv*
marin-neritisch mit Brack- und Süsswasserablagerungen = ***Cursiv fett***

——— = Faciesübergänge festgestellt
– – – – = indirekt überbrückter Faciessprung
········ = noch nicht sicher überbrückt
* = Schichten mit Cerithium Diaboli etc.
+ = Kohlenlager verschiedener Schichthöhen

17. Die negativen Wölbungszonen.

Glätten wir die Falten und Decken aus und nehmen wir die obere Grenze der Bürgenschichten als horizontale Ebene, so erhalten wir als Grenzfläche von Mesozoikum und Eocaen eine äusserst sanftwellige Fläche (vgl. Fig. 17). Sie schneidet von unten her (also negativ) flache Gewölbe aus den Pilatusschichten heraus. Es sind weder echte Gewölbe der mesozoischen, noch solche der eocaenen Schichten. Nur die Grenzfläche beider Formationen beschreibt ein sanftes Wellensystem.

Fig. 17.

Schematische Darstellung der hypothetischen **negativen Wölbungszonen der Bürgenschichten** im ausgeglätteten Querprofil durch die zentralen Schweizeralpen.
Höhenmasstab übertrieben.
(Bürgenschichten = schwarz mit weissen Punkten.)

I. Wir sind bei der speziellen Stratigraphie am Pilatus auf das erste und wohl schönste Beispiel einer negativen Wölbungszone der Pilatusschichten gestossen und haben diese in Fig. 6, p. 45 abgebildet. Es ist die erste solche Zone von Nordwesten her; ich nenne sie nach dem Pilatus die negative Wölbungszone des Pilatus (I in Fig. 17). Wie die Fig. 6, p. 45 zeigt, fällt zwar nur der Nordschenkel auf den eigentlichen Pilatus, während der südliche hypothetisch ist und in der Tiefe unter dem Sarner-Tal verborgen bleibt.

Im Thunerseegebiet scheint im Prinzip die gleiche Erscheinung wie am Pilatus vorzuliegen, mit dem Unterschiede jedoch, dass dort die Scheitellinie der

negativen Wölbungszone ursprünglich unmittelbar nördlich der Hohgantfacies des Sigriswylergrates und südlich der Blümlisalpfacies zu suchen ist. Mit anderen Worten: Die negative Wölbungszone I streicht vom Pilatus nach Südwesten, **W 25—30 ° S,** und zwar mit wenig südlicherer Ablenkung als der Alpenrand. Sie überschreitet die nördlichste Kreidekette und schneidet diese unter sehr spitzem Winkel.

Über die weiter südwestliche Fortsetzung der negativen Wölbungszone I können wir noch nichts vermuten. Vom Pilatus gegen Nordosten hin scheint sie sich rasch zu verflachen; denn ich kann aus den jetzt bekannten Tatsachen keine Andeutung von einer solchen mehr erkennen.

II. Die negative Wölbungszone des Pilatus scheint nicht die einzige zu sein. Wir haben bereits im Querprofil durch die zentralen Schweizeralpen (p. 154—155) eine zweite südliche vermuten müssen. Es ist das Gebiet, in dem die Bürgenschichten oder überhaupt die Pilatusschichten fehlen und Wildflysch über den Senonmergeln folgt. Es ist freilich rein hypothetisch und nur ein Analogieschluss mit dem Pilatus, dieses Fehlen auch als negative Wölbungszone zu deuten.

Diese zweite hypothetische, negative Wölbungszone verläuft dem Nordrand der Drusbergfacies und Drusbergdecke entlang und schmiegt sich südlich an die Bürgenfacies des Mueterschwandenberges bis Rigihochfluh an (vgl. Fig. 17).

Diese Zone II scheint sich umgekehrt bald gegen Südwesten vollständig zu verflachen und zu verschwinden, dagegen nach Nordosten weiter zu ziehen und sich dann zu verbreitern. Ich vermute sie zwischen dem Morschach-Seelisberger Gewölbe und dem Südrand der Rigihochfluh, zwischen Iberg-Fluhbrig und Aubrig, in der Rädertendecke, im Wiggisgebiet und Oberseetal bis Riseten, in Amden, Wildhaus, dem ganzen mittleren und südlichen Teil des Säntis und in den Churfirsten. Hier scheint sie sich, ohne niedriger zu werden, rasch zu verbreitern und mit der negativen Wölbung III zu verschmelzen. Tatsache ist, dass den zuletzt genannten Gegenden die Bürgenschichten fehlen und Wildflysch auf die senone Kreide folgt.

Sind die obigen Vermutungen richtig, so würde sich als ursprüngliche und zugleich jetzige Richtung der negativen Wölbungszone II ergeben **E ca. 25 ° N.**

Es frägt sich noch, ob die beiden Zonen I und II allenfalls nur lokal im Pilatusgebiet getrennt sind und sonst einander nicht parallel entlang ziehen, sondern sich ablösen wie gewöhnliche Falten.

III. Wir gelangen nun in das ursprünglich südöstlichste Eocaen-Faciesgebiet, in die Préalpes und die „Klippenfacies“. Hier fehlen die Pilatusschichten, und

Flysch (Wildflysch) folgt auf den mächtigen, senonen „couches rouges", wie bei Amden auf dem Leistmergel. Man kann sich damit die Frage vorlegen:

Liegt hier eine riesig breite, dritte negative Wölbungszone vor, welche die ganzen Alpen überspannt bis zu den Südalpen (Dinariden, Vicentino)? Wurde nicht an Stelle eines geosynklinalen, älteren Mitteleocaen über einem grossen Teil des Zentralgebietes der Alpen im Gegenteil der Flysch allein abgelagert und sind es nicht gerade die beidseitigen Randzonen der Alpen, welche unter dem Flysch noch die relativ älteren Nummulitenschichten (Bürgenschichten, mittleres Lutétien und südalpine Äquivalente) bergen?

Ich habe mich vielleicht allzuweit in das vergängliche Gebiet der Hypothesen verstiegen. Doch sie schaden nichts, solange sie von den Tatsachen streng getrennt gehalten werden.

18. Die Isopen.

Unter ***Isope***[1]***, isopische Richtung*** oder ***isopische Linie*** verstehe ich die Linie (resp. Richtung) gleicher Facies oder der geringsten Faciesveränderung eines Sedimentgesteins[2]).

Wir haben als einen Spezialfall der Isopie bereits betrachtet die Richtung der Zonen gleicher Mächtigkeiten resp. langsamster Mächtigkeitsveränderung und diese auf durchschnittlich **E 32° N** geschätzt (p. 165—166); es sind die ***isometrischen*** (oder isodiametrischen) Linien (resp. Richtungen) *Edward Hull's*[3]).

Wenn wir nun auf die bisherigen Resultate zurückblicken (vergl. Tabelle p. 167), so können wir sogleich erkennen, dass es im Ablagerungsgebiet der Pilatusschichten und besonders der Bürgenschichten keine mathematischen Linien gleicher Facies gibt. Die Facies verändern sich von jedem Punkt aus nach allen Richtungen. Aber trotzdem können wir mit aller Deutlichkeit Richtungen geringster und raschester Faciesveränderung unterscheiden.

a) Wir greifen zuerst die Bürgenfacies heraus. Die Bürgenschichten in Bürgenfacies erstrecken sich nicht nur mit gleichen lithologischen Charakteren, sondern auch in gleicher Mächtigkeit vom autochthonen Kistenpass nach den

---

1) *ὄψις* = Gesicht, Facies; *ἴσος* = gleich.

2) In Anlehnung an *Mojsisovics:* Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien, Wien 1879, p. 6—7.

3) *E. Hull:* On Iso-diametric Lines etc. Quart. Journ. Geol. Soc. XVIII, p. 127—146, pl. VII, 1862.

mittleren helvetischen Decken am Urnersee (Sisikon). Von hier an greift die Bürgenfacies auf die Stirn der oberen helvetischen Decken über (Rigihochfluh, Bürgenstock). Doch schon wenig weiter westlich, im Pilatusgebiet, weicht die Bürgenfacies vom Alpenrand ab und tritt auf die südöstlichere Zone der oberen helvetischen Decken zurück (Mueterschwandenberg). Ich vermute, dass in der obersten helvetischen Decke, im Brienzerrothorngebiet, die Bürgenfacies ihre Fortsetzung findet.

Wir haben damit gesehen, dass wir bei unserer Wanderung in der Zone der Bürgenfacies gegen Südwesten die tektonischen Gebirgszüge unter spitzem Winkel nach Süden überschritten. Denn vom autochthonen Gebirge der östlichen Schweizeralpen gelangten wir auf das ursprünglich südöstlichste Gebiet der obersten helvetischen Decken. Die Isope der Bürgenfacies verläuft **W 40—50 ° S.**

b) Vom Pilatus aus gelangen wir im Alpenstreichen beidseitig in andere Facies. Die isopische Richtung scheint auch hier südlich abzuweichen und südlich des Thunersees auf die weiter südöstlich herkommende Morgenberghorndecke hinüberzuziehen. Wenigstens muss dies für die unteren Bürgenschichten gelten, die an der Bachfluh nach Gestein und Nummuliten genau mit dem Basissandstein des Klimsenhorns übereinstimmen [1]) (vgl. Fig. 19, nach p. 180).

c) Gehen wir nun vom Titlisgebiet aus nach Südwesten, so sehen wir, dass die lithologische Facies, Mächtigkeit und Fauna relativ konstant bleibt längs des Aarmassivs. Allein in den westlichen Schweizeralpen greifen sowohl die Cerithienschichten als auch die Sandsteine und Kalke mit den Diablerets auf die ursprünglich südöstlicheren helvetischen Decken über. Also werden auch in diesem ursprünglich nordwestlicheren Faciesgebiet die tektonischen von den Isopen unter sehr spitzem Winkel in der Richtung von etwa **W 40—45 ° S** überschritten.

d) Lassen wir nun die allzuwenig bekannte Brackwasserschicht des Thunerseegebietes ausser Acht und betrachten wir noch die Gesamt-Verbreitung der Facies mit grossen Nummuliten der Bürgenschichten. Da sehen wir, wie diese mit Ausnahme von Linthtal über die ganzen östlichen Schweizeralpen verbreitet, in den westlichen Schweizeralpen aber ganz auf die südöstliche Hälfte der hel-

[1]) Ich verdanke Herrn Dr. *A. Trösch* in Bern die Zusendung von Handstücken aus den Basis-Nummulitenschichten der Bachfluh auf der Südwestseite des Kientales (vgl. geol. K. 1 : 50 000 von *Gerber, Helgers, Trösch* 1907). Das Gestein ist der genau gleiche, feinkörnige Kalksandstein wie am Klimsenhorn (2 in Fig. 5, p. 45) und die Nummuliten sind Nummulina uroniensis var. Pilatana (vgl. paläontologischer Teil und Haupt-Tabelle nach p. 140).

vetischen Haupt-Facies beschränkt sind. Auch darin sehen wir, dass die isopische Richtung im Sinne der Magnetnadel leicht vom Alpenstreichen abweicht.

19. Faciesgefälle und Piptusen.

Unter ***Piptuse***[1]) verstehe ich die Linie resp. Richtung der raschesten Faciesveränderung.

So wie wir in der Topographie ein Stück der Erdoberfläche durch Linien gleicher Höhe (Isohypsen) und Linien grössten Faciesgefälles oder steilster Böschung auf der Papierfläche räumlich darstellen, so kann man ein Bild von der räumlichen Verteilung und Veränderung der Facies entwerfen durch Darstellung in Isopen und Piptusen.

Es ist selbstverständlich, dass die Piptusen stets senkrecht zu den Isopen verlaufen. Die Richtung der Piptusen ist also für unseren Spezialfall bereits festgestellt, nämlich **S 40—50° E.**

Findet in der Richtung der Isopen eine Faciesveränderung statt, so kann man diese vergleichen mit der Faciesveränderung in der Richtung der Piptusen. Breiten wir die Falten und Decken in Gedanken aus, so erkennen wir in der Richtung der Piptusen eine rasche Faciesveränderung. Auf 40 km abgewickelter Breite ist die Veränderung schon grösser als in der isopischen Richtung durch die ganzen Schweizeralpen hindurch (200 km). Das Faciesgefälle ist somit in der Richtung der Piptusen durchschnittlich mehr als fünf mal stärker als in der Richtung der Isopen; oder mit anderen Worten: Das Faciesgefälle in isopischer Richtung beträgt weniger als 20 % desjenigen in der Richtung der Piptusen.

20. Die Grenzfläche von Mesozoikum und Tertiär.

Nachdem wir die sanft wellenförmigen, mehr oder weniger hypothetischen negativen Wölbungszonen im Querprofil kennen gelernt haben (vgl. p. 168), wollen wir diese absichtlich übersehen und die Grenzfläche von Mesozoikum und Eocaen als Gesamterscheinung betrachten.

[1]) πίπτουσα = Fallende.

1. Vor allem wichtig ist die Tatsache, dass bisher zwischen Mesozoikum und Eocaen in den ganzen Schweizeralpen noch nirgends eine echte sichere Discordanz primärer Natur beobachtet wurde. An allen Kontaktstellen, die ich kenne, scheint das Eocaen primär ***accordant***[1]) dem Mesozoikum aufzuliegen.[2])
2. Sobald wir aber den wechselnden Kontakt als Ganzes betrachten und eine Übersichtszeichnung mit überhöhtem Vertikalmasstab zeichnen, so erscheint er im Gegenteil ***discordant*** (vergl. Fig. 18).

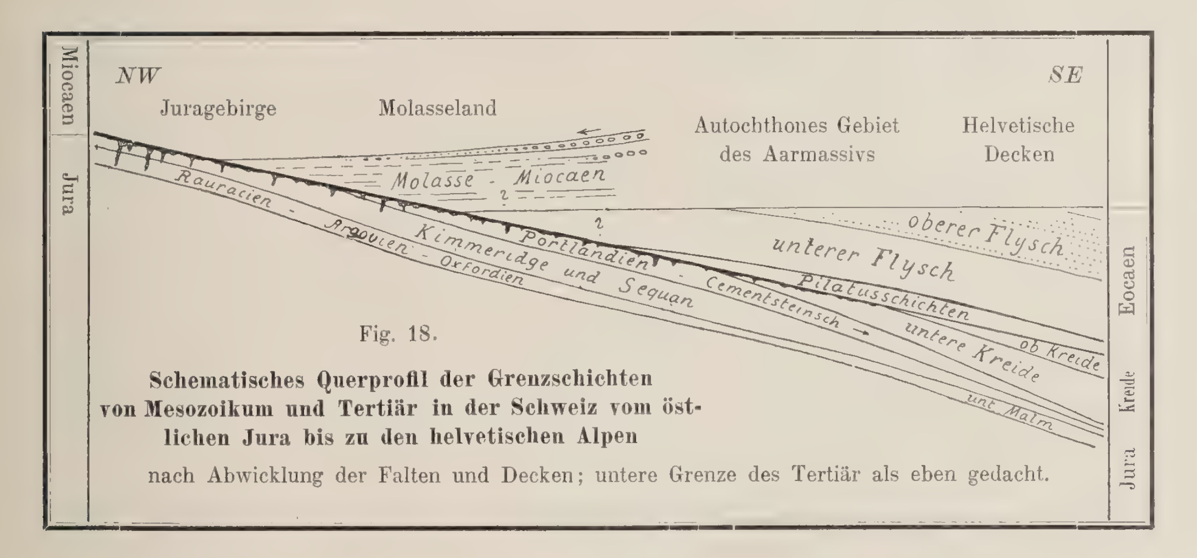


Fig. 18.

Schematisches Querprofil der Grenzschichten von Mesozoikum und Tertiär in der Schweiz vom östlichen Jura bis zu den helvetischen Alpen

nach Abwicklung der Falten und Decken; untere Grenze des Tertiär als eben gedacht.

Für eine derartige Accordanz im einzelnen Aufschluss und zugleich Discordanz in der Konstruktion schlage ich vor die Bezeichnung ***Paenaccordanz*** (französisch *pénaccordance*).

In unserem speziellen Falle ist die beidseitige Schichtlage in bezug auf die Discontinuitätsfläche asymmetrisch, so dass im ganzen die Grenzfläche im alpinen Teil accordant zum Hangenden, paenaccordant zum Liegenden verläuft. Eine solche asymmetrische Paenaccordanz kann als ***Infra-Paenaccordanz*** bezeichnet werden.

---

[1]) An Stelle der für alle möglichen Parallelitäten gebräuchlichen Bezeichnung „concordant“ ziehe ich für die Anwendung auf stratigraphische Diskontinuitätsflächen das gleichsinnige „accordant“ vor.

[2]) Herr Dr. *Fr. Weber* machte mich auf gemeinsamer Exkursion darauf aufmerksam, dass man vom Selbsanft aus eine leichte Discordanz des Gault gegen die Bürgenschichten unter dem Kistenstöckli deutlich erkennen könne. In der Nähe glaubt man auch dort Accordanz vor sich zu haben (vergl. Fig. 12, pag. 85).

Gehen wir von Norden nach Süden, so finden wir zuerst im östlichen Juragebirge die Molasse auf mittlerem Malm, dann im Aarmassiv (Windgälle, Titlis etc.) die Bürgenschichten auf oberem Malm, dann diese gleichen Schichten in langsamer Faciesveränderung auf unterer Kreide (Pilatus-Ralligstöcke-Diablerets), und endlich auf oberer Kreide (oberste helvetische Decken). Die Pilatusschichten bleiben auf weite Flächen bestehen. Die Lücke der Ablagerungen zwischen Mesozoikum und Tertiär vermindert sich gegen Südosten von unten her. Eine leichte Abweichung hievon finden wir in den östlichen Schweizeralpen, wo mit Ausnahme des nordwestlichsten Teiles des autochthonen Gebietes die Bürgenschichten überall auf oberer Kreide liegen. Die vollständige Dedunation der oberen Kreide vor Ablagerung der Bürgenschichten beginnt für die helvetischen Decken im Vierwaldstättergebiet und zieht sich von hier an in breiter Zone nördlich des Facies-Saumes Drusberg-Morgenberghorn bis nach Savoyen.

Der ganz gleichen Geometrie des Mesozoikum-Eocaen-Kontaktes, zwar weniger stark ausgeprägt, begegnen wir, wenn wir den Alpen entlang gehen, sei es dem Aarmassiv oder den Decken entlang. Besonders klar liegen die Verhältnisse am Nordrand der helvetischen Decken vom Säntis über Aubrig, Rigihochfluh, Pilatus bis zu den Ralligstöcken. Wir finden den bathyalen Teil der Ablagerungen mit kleiner Ablagerungslücke (Assilinengrünsand auf oberer Kreide) im Osten, die neritischen Ablagerungen mit grösserer Ablagerungslücke (Hohgantschichten auf unterer Kreide) im Westen (vergl. Fig. 16, pag. 147).

Wenn wir aber enger begrenzte Gebiete in bezug auf die Diskontinuitätsfläche betrachten, so begegnen wir manchen ***lokalen symmetrischen*** und ***asymmetrischen Bipaenaccordanzen,*** die bedingt sind durch die negativen Wölbungszonen (vergl. pag. 168 Fig. 17). Das schönste Beispiel einer asymmetrischen Bipaenaccordanz bietet wohl die Kontaktfläche auf der Nordseite des Thunersees zwischen Waldegg und Sigriswylergrat. Es kann vielleicht auch lokal ausnahmsweise der Fall einer ***Supra-Paenaccordanz*** eintreten (z. B. zwischen Mueterschwandenberg und Pilatus-S. vermutet, vergl. Fig 6, pag. 45).

21. Der Betrag der Paenaccordanz.

Sind einmal genaue stratigraphische Querprofile durch die Kontaktzone von Mesozoikum und Tertiär festgestellt, so besteht keine Schwierigkeit mehr, den Winkel in Prozenten oder in Bogenmass zu bestimmen, den die mesozoische Schichtlage mit der Kontaktfläche bildet.

Besonders deutlich ist die Paenaccordanz im nordwestlichen Teil des autochthonen Gebirges in den östlichen Schweizeralpen. Da sehen wir, wie vom Kistenpass bis nach Linthtal auf einer ursprünglichen Breite von 12—15 km die Kreideschichten in einer Mächtigkeit von etwa 150 m schräg abgeschnitten werden. Der durchschnittliche Betrag der Paenaccordanz ist also hier stark 1 % oder in Winkelmass ungefähr 1° (in Fig. 12, p. 85 ist der Vertikalmasstab 8,5 mal übertrieben gezeichnet).

Vom Kistenpass aus ursprünglich südöstlich scheint der Winkel der Paenaccordanz eher etwas abzunehmen.

Am Thunersee schätze ich von der Waldegg bis zum Sigriswylergrat die Paenaccordanz der mesozoischen Schichten gegen ihre obere Grenzfläche zu 150 m auf 7 km, d. h. durchschnittlich ca. 2 %.

Diese Zahlen von 1—2% Paenaccordanz scheinen ein Durchschnittsmass für den Winkel zwischen den mesozoischen Schichten und der schief abschneidenden Grenzfläche gegen das Eocaen innerhalb des helvetischen Faciesgebietes zu sein. Nehmen wir an, dass die Ursache der Paenaccordanz eine vormitteleocaene Denudation des nordwestlichen Festlandes sei, so müssen wir auch annehmen, dass dieses Festlandgebiet im Nordwesten höher reichte und sich langsam gegen das Alpeninnere senkte. So würden wir verstehen, weshalb die vormitteleocaene Denudation im Nordwesten am grössten, im ursprünglichen Südosten am geringsten ist. Die zurzeit noch spärlichen Anhaltspunkte lassen uns aber keine weiteren Konsequenzen ziehen.

22. Die Nordwestgrenzen der mesozoischen Schichten am Eocaen-Kontakt.

Wir haben bis jetzt die tertiären Ablagerungen selbst betrachtet. Um ihre Auflagerung kennen zu lernen, müssen wir auch noch das Liegende in Betracht ziehen.

Aus allen ausgeglätteten Querprofilen durch die nördlichen Schweizeralpen (p. 153—157) geht das allgemeine Gesetz hervor:

Das Liegende der Eocaen-Ablagerungen wird in jedem Querprofil von umso älteren Schichten gebildet, je weiter wir uns nordwestlich begeben (vgl. Fig. 6, p. 45; 12, p. 85; 17, p. 168; 18, p. 173).

Nun betrachten wir den Längsverlauf der Nordwestgrenzen der einzelnen mesozoischen Schichten.

Wir gehen vom autochthonen Gebirge der östlichen Schweizeralpen aus. Das Liegende des Eocaen ist Seewerkalk, Turon bis Cenoman. Weiter südwestlich folgt untere Kreide als Liegendes und im autochthonen der zentralen Schweizeralpen ist es schon der Hochgebirgskalk des oberen Malm. Wollen wir in den zentralen Schweizeralpen wieder in das Gebiet gelangen, in dem die obere Kreide das Liegende des Eocaen bildet, so müssen wir um die halbe abgewickelte Breite der helvetischen Decken südöstlich über das Aarmassiv hinüberspringen; denn die oberen helvetischen Decken am zentralschweizerischen Alpenrande sind vor der Ablagerung der Bürgenschichten schon bis auf den Schrattenkalk abgetragen worden.

Auch wenn wir innerhalb der gleichen tektonischen Einheit, am Nordrand der Säntisdecke vom Säntis bis zum Thunersee dem Alpenrand entlang gehen, so gelangt das Eocaen von oberer Kreide auf den unteren Schrattenkalk (Barrémien) (vgl. Fig. 16, p. 147). Doch wir erreichen die gleichen Liegend-Schichten wieder 7—15 km weiter südöstlich usw.

Das allgemeine Ergebnis lautet folgendermassen:

Die Grenzlinien der mesozoischen Schichten am Eocaenkontakt weichen ein wenig südlich vom Südwestverlauf der tektonischen Linien ab und schneiden diese unter sehr spitzem Winkel. Ihre durchschnittliche ursprüngliche Richtung beträgt in der nordwestlicheren Zone (Aarmassiv) ca. **W 40° S**, in der südöstlicheren **W 30—33° S**. Diese leichte Divergenz von 7—10° hängt wohl damit zusammen, dass die Paenaccordanz in der westlichen Schweiz durchschnittlich einen etwas grösseren Winkel-Betrag aufweist als in den östlichen Schweizeralpen, oder mit anderen Worten: Das vormitteleocaene ***Denudationsgefälle*** ist im westlicheren Gebiet verstärkt, im östlicheren eher durchschnittlich abgeflacht.

Hier müssen wir aber noch einer Tatsache gedenken, die scheinbar mit den obigen Ableitungen im Widerspruch steht. Das westliche Juragebirge enthält reichlich untere, mittlere, selbst obere Kreide-Sedimente, und diese blieben von vormitteleocaener Denudation verschont. Am Mont Salève südlich Genf, diesem Zwischenstück zwischen den autochthonen Alpen und dem Juragebirge, liegt nach *Schardt* (Blatt XVI 1 : 100 000, 1899) aquitane Molasse auf Cenoman. Die Grenzlinien der einzelnen Kreideschichten am Tertiärkontakt müssen also irgendwo im Gebiet der westlichen Schweiz oder des Chablais eine scharfe zungenartige Umbiegung nach Norden erfahren. Man kann daraus schliessen, dass sich der ost- und zentralschweizerische, nach Nordwesten ansteigende vormitteleocaene Rücken nach Westen verflachte.

23. Die Leitlinien der mesozoischen und eocaenen Schichten.

a) Die Isopen-Bestimmung der mesozoischen Schichten fällt ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit. Ich habe früher für die Berrias-Valangiensedimente gezeigt[1]), dass die Richtungen der Facieszonen vom südwestlichen Verlauf des Alpenstreichens unter spitzem Winkel **westlich** abweichen und vom autochthonen Gebiet der östlichen Schweizeralpen unter dem Molasseland zum Juragebirge der Umgebungen von Neuenburg überführen. Im Säntis-Churfirstengebiet kann z. B. die isopische Richtung des unteren Valangien s. str. bestimmt werden als **W 26° S**, innerhalb der Axendecke vom Glärnisch bis Vierwaldstättersee als **W 20—25° S**; weiter westlich scheint sie bis **W 10° S** abzuweichen.

Soweit bis jetzt meine Untersuchungen reichen, scheint dieses Gesetz der westlichen Abweichung der Isopen vom Alpenstreichen allgemein für die Berrias-Valangien-Sedimente zu gelten.

Für die mittlere und obere Kreide hingegen zeigt sich eine Annäherung an das Alpenstreichen (vgl. Fig. 19).

b) Wir betrachten hierauf vergleichend die im vorangehenden Abschnitt bestimmten Nordwestgrenzen der mesozoischen Schichten am Eocaenkontakt. Sie sind zu **W 30—40° S** gefunden und weichen unter spitzem Winkel **südlich** vom Alpenstreichen ab.

c) Die Isopen, im besonderen die Südostgrenze der siderolithischen Bildungen (Untereocaen?) sind zu ca. **W 35° S** bestimmt worden; sie weichen ebenso unter sehr spitzem Winkel **südlich** vom Alpenstreichen ab (vgl. p. 143).

d) Die isometrischen Linien der Bürgenschichten konnten nicht genügend scharf fixiert werden; sie verlaufen ca. **W 32° S** (vgl. p. 166).

e) Die Isopen der Bürgenschichten verlaufen durchschnittlich **W 40—50° S** und weichen deutlich **südlich** vom Alpenstreichen ab (vgl. p. 170–172).

f) Die negativen Wölbungszonen der Pilatusschichten verlaufen **W 25—30° S** und fallen im allgemeinen mit dem Alpenstreichen zusammen (vgl. p. 168—169).

Ein Rückblick ergibt, dass wir in bezug auf den Längsverlauf der Alpen dreierlei Richtungen unterscheiden können:

[1]) *Arnold Heim:* Gliederung und Facies der Berrias-Valangien-Sedimente in den helvetischen Alpen. Vierteljahrsschr. der naturf. Ges. Zürich 1907, p. 484—499.

I. Die westliche Abweichung:
Isopen der untersten Kreideschichten.

II. Die südliche Abweichung:
1. Nordwestgrenzen der Kreideschichten am Eocaenkontakt;
2. Südostgrenze der siderolithischen Bildungen;
3. Isometrische Linien der Bürgenschichten;
4. Isopen der Bürgenschichten im allgemeinen.
5. Isopen des Flysch (vergl. den späteren Abschnitt).

III. Das Alpenstreichen, damit annähernd parallel
1. die Isopen der mittleren und oberen Kreide-Ablagerungen;
2. die negativen Wölbungszonen der Pilatusschichten.

Diese drei Richtungsgruppen sind für die Lithogenesis und historische Geologie sehr wichtig. Wir sehen vor allem, dass die Sedimentationszonen ihre Richtung von der unteren Kreide bis zum Eocaen durchschnittlich um 20—30° geändert haben (vgl. Fig. 19).

Das Zusammenfallen der Nordwestgrenzen der mesozoischen Schichten am Eocaenkontakt mit der Richtung der Isopen der Bürgenschichten in den östlichen und zentralen Schweizeralpen beweist uns, dass hier die Denudation vor Ablagerung der Bürgenschichten bereits von eocaenen Gesetzen beherrscht war. Es macht uns wahrscheinlich, dass die ganze ausgedehnte Denudation im Untereocaen stattgefunden hat. Das Zusammenfallen äussert sich schon darin, dass das Liegende der Bürgenschichten förmlich mit zum Faciestypus derselben gehört. So ist als Liegendes im allgemeinen bezeichnend für die Bürgenfacies der Seewerkalk, für die Pilatus- und Hohgantfacies der Schrattenkalk, für die Mürtschenfacies die Seewerschichten, für die Titlisfacies Malm bis untere Kreide usw.

Vielleicht kann das Zusammenfallen der negativen Wölbungszonen mit dem Alpenstreichen ein wenig Licht verbreiten auf diese noch rätselhafte Erscheinung. Man möchte annehmen, dass während der Ablagerung der Pilatusschichten überaus sanfte eustatische, submarine Wellenbiegungen im Sinne von sekundären Geosynclinalen und Geanticlinalen entstanden. Die Sedimente häuften sich dann in den geosynclinal sinkenden Zonen an und wurden gleichzeitig in den aus den sekundären Geanticlinalen hervorgehenden negativen Wölbungszonen submarin wieder ebenso langsam abgetragen oder sie kamen dort gar nicht zur Ablagerung.

24. Erklärung der Figur 19.

Die Leitlinien sind in rot angegeben. Es bedeutet:

JV. = Isope der Valangienmergel (unteres Valangien s. str.) innerhalb der Säntis-Pilatus-Decke. Die gezeichnete Linie bezeichnet die Zone, in der die Austernbänke (Exogyra Couloni) nach Süden langsam verschwinden.

JU. = Isope der südlichen Zone des Schrattenkalkes (Urgon, Barrémien) — innerhalb der Drusberg-Morgenberghorn-Decke. Längs dieser Linie findet die Vermergelung statt; die zoogene Kalk-Facies geht über in die Mergelfacies. Die gezeichnete Linie ist zugleich annähernd Isope des Gargasien (= ob. Aptien) in der an Ammoniten reichen Facies der „Luitere Zug"-Schichten.

JT. = Isope der Albien-Cenoman-Grenze; annähernder Südostrand der Turrilitenreichen Facieszone innerhalb der Säntis-Pilatus-Decke.

SM. = Ungefähre Südgrenze des Malm-Eocaen-Kontaktes im Autochthonen.

NC. = Nordwestgrenze des Seewerkalkes (Cenoman) am Eocaenkontakt, im Autochthonen der östlichen Schweizeralpen und fortsetzend in der Säntis-Pilatus-Decke.

NS. = Nordwestgrenze des Senon am Eocaen-Kontakt, innerhalb der Säntis-Pilatus-Decke.

SS. = Ungefährer Südostrand der siderolithischen Bildungen und der unteren Cerithienschichten (Diableretsschichten) im Autochthonen; zugleich isopische Richtung des Eocaen.

JP. = Isope der Pilatusfacies der Bürgenschichten innerhalb der Pilatusdecke.

JB. = Isope der Bürgenfacies der Bürgenschichten im Autochthonen und fortsetzend in der Säntis-Pilatus-Decke.

Ich betone, dass der Verlauf dieser Linien noch nicht mathematisch genau festgestellt ist und vielleicht durch vermehrtes Tatsachenmaterial da oder dort kleine Abweichungen erfahren wird. Es ist eben ein erster Versuch. Der Gesamtverlauf der verschiedenen Typen wird jedoch wohl festgehalten werden können.

Eine eigentümliche Abweichung der Leitlinien fällt sofort auf und hat den Zeichner selbst stutzig gemacht: Da wo der Bürgenstock liegt, machen die Leitlinien eine scharfe, vielleicht noch zu abgeflaut gezeichnete nördliche Ausbiegung. Ich glaube indessen die Lösung gefunden zu haben. An Stelle des Bürgenstockes lag in der zweiten Hälfte der Miocaenzeit die Fortsetzung des aus

mehreren Kilometer mächtigen Nagelfluhschichten bestehenden Rigi. Diese wurde noch im Neogen wegerodiert. Alsdann wurde die bereits von ihrer Wurzel abgerissene Pilatusdecke in das vorliegende Loch vorgeschoben. Dadurch ist wohl auch die scharfe Ausbiegung der Leitlinien bedingt, die wir dann nicht verstehen könnten, wenn die Stirn der Decke mit ihrer südlichen Fortsetzung unterirdisch in noch ungestörtem Zusammenhang stünde.[1]) So mag sich also derjenige, der mit der oben abgeleiteten Hypothese einig geht, die in Fig. 19 gezeichnete Wellenbiegung wieder ausgeglättet denken.

C. Die Flyschgruppe.

1. Verschiedene Facies des Flysch.

In der Flyschgruppe begegnen wir bei der Faciesfrage ungleich grösseren Schwierigkeiten als bei den Pilatus-Bürgenschichten. Es sind besonders die folgenden:

1. Im Flysch finden sich ungezählte primäre lithologische und paläontologische Repetitionen. Keine einzige Schicht lässt sich in gleichem Niveau durch die ganzen Schweizeralpen hindurch verfolgen.
2. Der Flysch ist nur in wenigen Gebieten in seiner ganzen Mächtigkeit vorhanden, meist teilweise und mancherorts ganz abgewittert.

So ist es kaum möglich, verschiedene Faciestypen zu erkennen, die für die ganze Masse des Flyschs bezeichnend wären. Doch wir können sehr deutliche Faciesunterschiede und Faciesveränderungen innerhalb einzelner Flyschabteilungen feststellen.

a) Östliche Schweizeralpen.

Hier lassen sich entsprechend den tektonischen Zonen drei Modifikationen erkennen:

1. Die autochthone Flyschfacies des Glarnerlandes.

Dieser Typus ist nicht ausschliesslich auf das autochthone Gebiet beschränkt, sondern findet sich auch noch am Alpenrand an der Stirn der untersten helvetischen Decke an der Wageten und am Kapfenberg bei Weesen.

[1]) Diese Auffassung steht in vollem Einklang mit den tektonischen Untersuchungen von *A. Buxtorf* und mir: *A. Buxtorf:* Zur Tektonik der zentralschweizerischen Kalkalpen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1908. — *Arnold Heim:* Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1906, pag. 453—454.

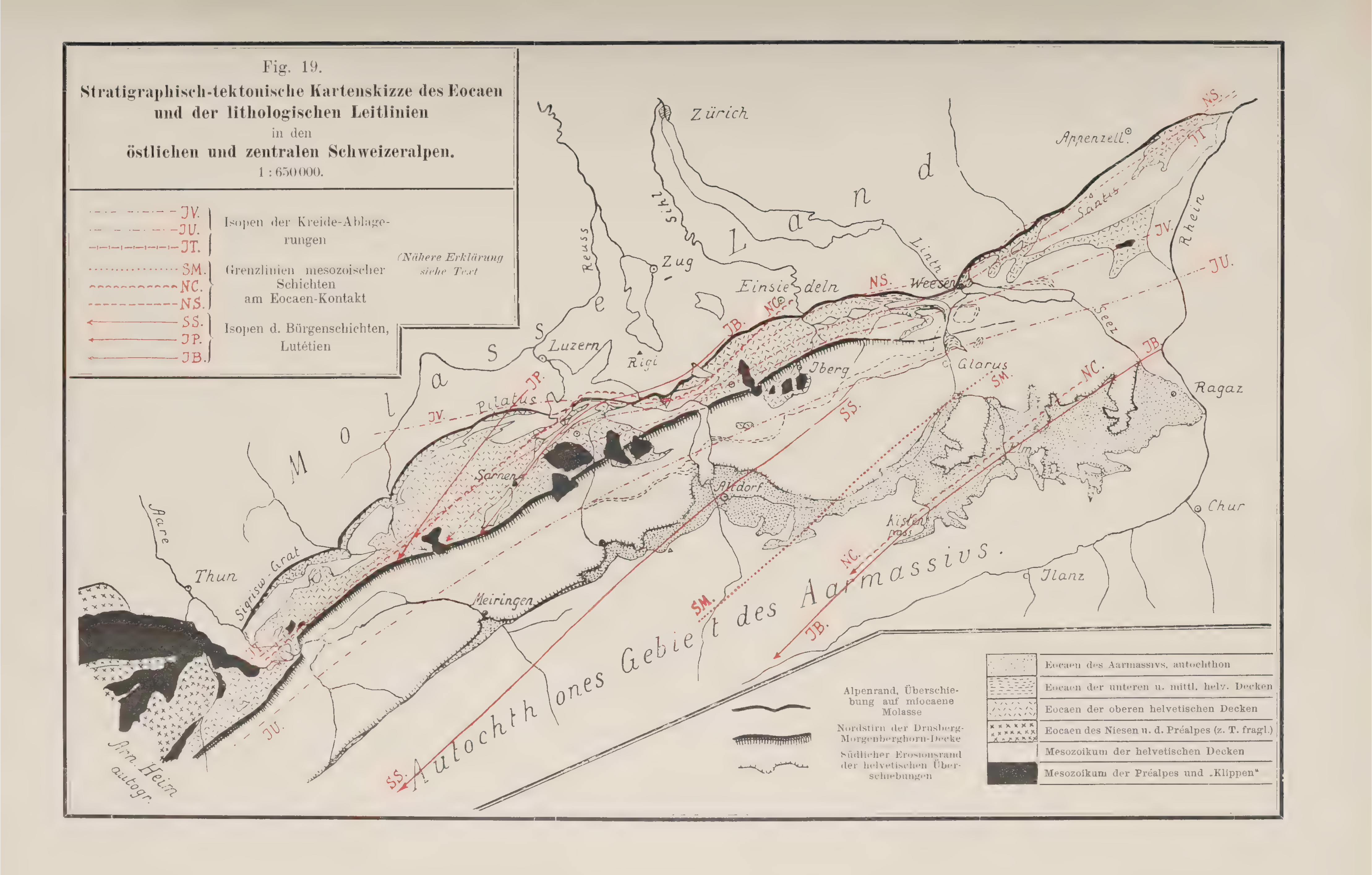
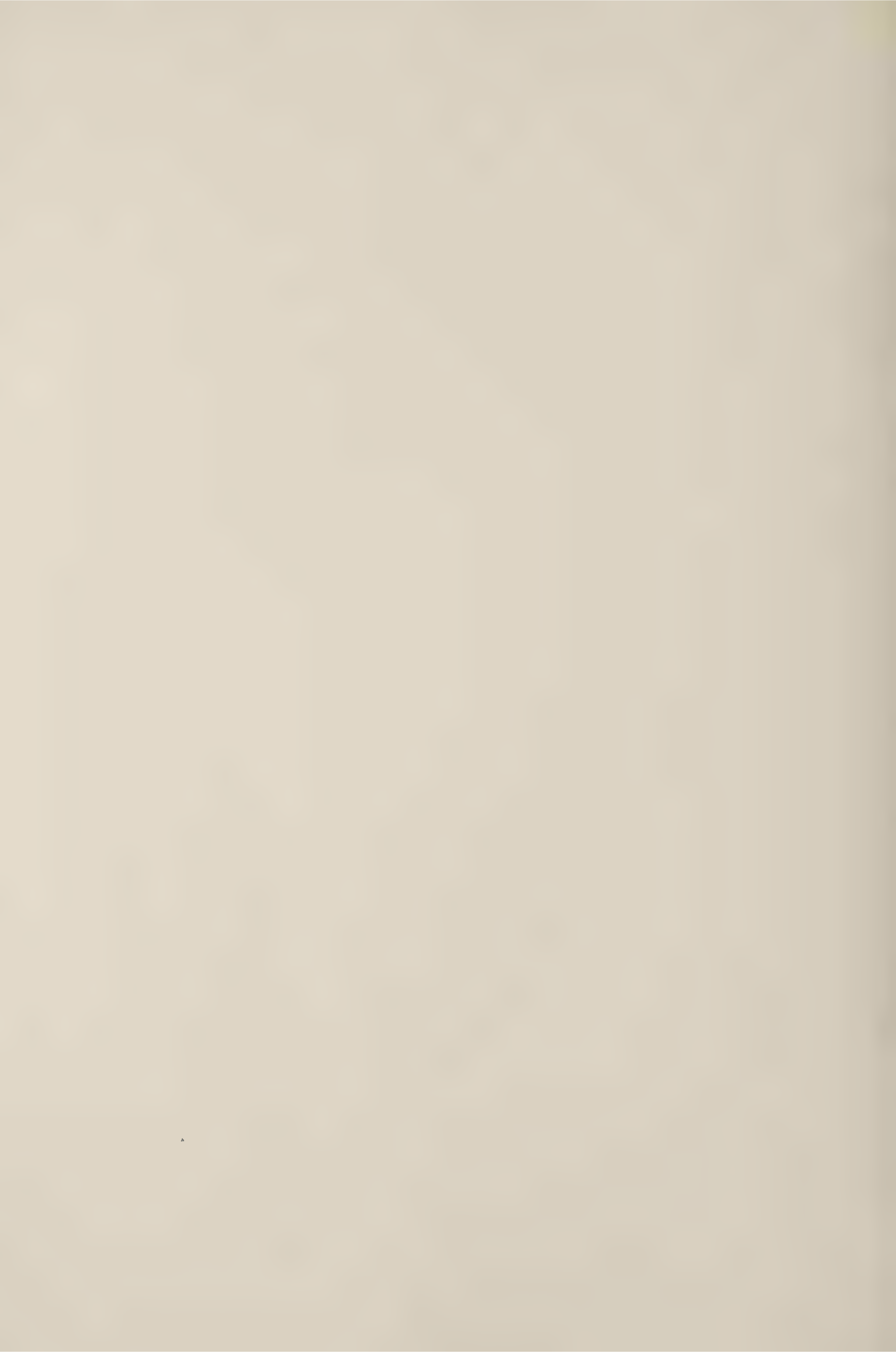


Fig. 19.
Stratigraphisch-tektonische Kartenskizze des Eocaen und der lithologischen Leitlinien in den **östlichen und zentralen Schweizeralpen.**
1 : 650 000.



Diese Facies ist besonders ausgezeichnet durch die Taveyannazgesteine und die Abteilung der Dachschiefer in bedeutender Mächtigkeit. Noch nirgends sind diese für die ursprünglich nordwestliche Facieszone so charakteristischen Gesteine in den oberen Decken gefunden worden.

Die Wildflyschfacies ist auf den oberen Teil des Glarner Flysch beschränkt.

2. Die Facies der unteren und mittleren helvetischen Decken (exkl. Wageten-Kapfenberg).

Von diesen Decken ist am Flibach eine grössere Nische in der Molasse mit Flysch ausgefüllt und am Abhang des Schilt gegen das Linthtal in einem tektonischen Sack ein weiterer grösserer Komplex erhalten; sonst aber ist er nur in dünnen Streifen zwischen den verschiedenen Überschiebungen vorhanden. Der obere Teil des Flyschs dieser Decken fehlt vollständig. Der untere Teil zeichnet sich aus durch die Globigerinenfacies der Stadschiefer; es sind weiche, gelblich anwitternde Mergelschiefer ohne Sandsteinbänke. Die Mächtigkeit scheint am Schilt gegen 400 m zu betragen, also mehr als im autochthonen. Am Flibach sind im Globigerinenmergel zahlreiche Nummulitenkalkbänke eingelagert und zwar schon ca. 60 m über den Bürgenschichten. Diese Flysch-Nummulitenkalke scheinen gegenüber dem Glarnerflysch in diesem tiefsten Niveau neu aufzutreten. Ihre Lage entspricht dem Flysch-Mergelschiefer am Kistenstöckli (vgl. p. 83 und Fig. 12, p. 85).

3. Die Facies der oberen helvetischen Decken.

Noch am Nordrand der Säntisdecke vom Mattstock bis zum Säntis ist die Facies der unteren helvetischen Decken ausgebildet. Doch schon auf der Südseite des Mattstockes beginnt über dem senonen Leistmergel unmittelbar die Wildflyschfacies mit exotischen Blöcken. Leider ist die eocaene Zwischenzone gänzlich abgewittert.

Wir können hier an folgende Erklärungen denken:

1. Die tieferen Flyschschichten (Globigerinenschiefer) fehlen und der auf Kreide liegende Wildflysch entspricht dem Glarner Wildflysch. Diese Deutung hat wenig Wahrscheinlichkeit.
2. Die Wildflyschfacies beginnt schon tiefer und ersetzt den Globigerinenschiefer. Diese Annahme findet eine kräftige Stütze im Gebiet der Aubrige, wo stellenweise der Globigerinenschiefer noch deutlich, stellenweise ganz oder teilweise durch die Wildflysch-Facies ersetzt ist. Ebenso scheint über dem Nummulitenkalk der Drusbergdecke direkt die Wildflysch-Facies einzusetzen (Iberg).

Das Charakteristikum der Flyschfacies der oberen helvetischen Decken ist also: Wildflysch und Flysch mit Sandstein von unten bis oben. Die Einlagerungen von Nummulitenkalk enthalten im ganzen die gleiche Fauna wie diejenigen im Glarner Wildflysch (vgl. Tabelle nach p. 140). Es gibt kaum eine lithologisch mannigfaltigere, aber auch schwieriger verständliche Bildung als den Wildflysch der oberen helvetischen Decken. Zudem ist mit Ausnahme des Drusberggebietes die genaue Senon-Eocaengrenze noch problematisch.

b) Zentrale Schweizeralpen.

In den zentralen Schweizeralpen gibt es keine unteren helvetischen Decken mehr und selbst die mittleren sind zu Rudimenten reduziert. Dafür finden wir, dass eine, den unteren und mittleren helvetischen Decken der östlichen Schweizeralpen am nächsten stehende Facies auf die oberen helvetischen Decken übergreift. In der Tat scheint die Stadschiefer-Facies überall von der Rigihochfluh bis an den Thunersee an der Flyschbasis vorhanden zu sein. Darüber folgt in der alpinen Randzone in der Regel der Wildflysch.

In der Drusbergdecke (oberste helvetische Decke) scheint nun die Wildflysch-Facies der Säntisdecke (Amden) ihre Fortsetzung zu finden und unmittelbar über den ältesten Nummulitenschichten (resp. Wangschichten) einzusetzen. Es fehlen zwar noch genügende Anhaltspunkte.

Die autochthone Glarner Flyschfacies findet sich kaum merklich verändert wieder im autochthonen Titlisgebiet, von wo wir bereits die Taveyannazgruppe und die Dachschiefer mit Glarner Fischen beschrieben haben (vgl. p. 88—91, Fig. 13).

c) Westliche Schweizeralpen.

In den westlichen Schweizeralpen finden wir die Wildflysch-Facies in den Decken der Préalpes und des Niesen, und auch hier geht diese sonderbarerweise ohne erkennbare, scharfe, lithologische Grenze aus den Senonmergeln hervor. Das sind die Charaktere der oberen helvetischen Decken der östlichen Schweizeralpen.

Die ursprünglich nordwestliche Haupt-Facieszone ist wiederum durch die reiche Entwickelung der Taveyannazgesteine ausgezeichnet, und die darüber liegenden schwarzen Schiefer werden wohl auch noch als den Glarner Dachschiefern homolog festgestellt werden können.

2. Die zwei Haupt-Facieszonen des Flysch.

Wir haben in den östlichen, zentralen und westlichen Schweizeralpen stets gefunden, dass ursprünglich zwei Haupt-Facieszonen einander parallel verlaufen.

1. Die nordwestliche Haupt-Facieszone ist vor allem ausgezeichnet durch die Facies des Taveyannazgesteins und der Dachschiefer mit Sandsteinen. Sie umfasst das ganze Gebiet des Aarmassivs, die Wageten-Kapfenbergkette beiderseits des Linthtales (unterste helvetische Decke) und die unteren helvetischen Decken der westlichen Schweizeralpen. Auch nördlich des Thunersees gelangt das Taveyannazgestein der unteren helvetischen Decken an den Alpenrand hinaus.

   Der Wildflysch mit Einlagerungen von Einsiedler-Nummulitenkalk, wenn überhaupt nicht vor der Deckenbewegung abgewittert oder weggeschleppt, folgt über der Taveyannaz-Dachschiefergruppe.

2. Die südöstliche Haupt-Facieszone ist ausgezeichnet durch das Fehlen der Taveyannazfacies und der Dachschiefer. Die Wildflyschfacies setzt schon früher ein, so dass im südöstlichen Teil dieser zweiten Hauptfacieszone die für dessen nordwestlichen Teil noch charakteristischen Stadschiefer durch Wildflysch in allen seinen wechselvollen Variationen ersetzt werden.

3. Faciesveränderungen in der Längsrichtung der Schweizeralpen.

In der Längsrichtung verändert sich die Facies, wie bei den Bürgenschichten, viel langsamer als quer zum Streichen. So finden wir auch auf der Südseite der gleichen tektonischen Linie Säntis-Pilatus-Sigriswylergrat im grossen und ganzen die gleichen Charaktere erhalten. Auch die Fauna der Nummulitenkalkeinlagerungen bleibt noch wenig verändert.

Treten wir nun aber auf die westlichen Schweizeralpen über, so zeigt sich ein scheinbar bedeutungsvoller Unterschied darin, dass der dortige Flysch nach bisheriger Kenntnis keine Nummulitenkalklagen mehr enthält. Ich vermute jedoch, dass man früher oder später solche noch finden wird. Welches sind nun die Gründe dieses Verschwindens der Nummulitenkalklagen mit grossen Nummuliten? Sie scheinen mir doppelter Art zu sein:

1. Wir wissen jetzt, dass die Nummulitenkalklagen im Glarner Flysch erst 500—1000 m über den Bürgenschichten einsetzen, von hier aber bis 2500 m sich vielfach primär wiederholen. In den zentralen Schweizeralpen vom Surenenpass an westwärts und der ganzen ursprünglich nordwestlichen Haupt-Facieszone entlang sind aber überhaupt keine so jungen Flyschschichten mehr vorhanden.

2. Dass die Nummulitenkalklagen in dem vielleicht 2000 m oder mehr mächtigen Flysch der Préalpes fehlen, muss eine andere Ursache haben. Schon im südöstlichen Strich der helvetischen Facies bei Amden und Habkern sehen wir, wie auf grosse Strecken die sonst so häufigen Nummulitenkalklagen verschwinden oder wenig mächtig und wenig auffallend werden. Der Flysch der Préalpes stammt aus einem noch weit südlicheren Ablagerungsgebiet, indem andere Ablagerungsbedingungen, andere Sedimentzufuhr, vielleicht auch kältere Strömungen, grössere Tiefen, stärkere Sandzufuhr, Mangel an Glauconit usw. herrschten und die Nummuliten nicht üppig gedeihen konnten.

Das Fehlen der Nummulitenkalklagen in den westlichen Schweizeralpen ist also kein Grund für die bisherige Annahme, dass dieser Flysch oligocaen sei.

4. Das Taveyannazgestein.

Ich bin nicht in der Lage, die schon mehrfach untersuchte Petrographie des Taveyannazgesteines weiter zu fördern, *(Baltzer, Schmidt u. a.)*. Seine Entstehung ist immer noch rätselhaft. Genetisch von Bedeutung ist noch ein Gesichtspunkt, der bisher nicht bekannt war oder doch nicht berücksichtigt wurde: Das Taveyannazgestein ist auf die ursprünglich nordwestliche Haupt-Facieszone beschränkt. Wir müssen darnach auf eine **nordwestliche Herkunft** schliessen. Von weiterer Bedeutung sind das scharf abgegrenzte plötzliche Einsetzen auf der Gruppe der Globigerinenschiefer, die weite Verbreitung längs der ganzen Schweizeralpen und westlich darüber hinaus (vergl. Haupt-Tabelle nach pag. 140), die im ganzen anscheinende Gleichzeitigkeit der Bildung, ferner die vielfachen vertikalen und horizontalen Übergänge in Tonschiefer und echte gewöhnliche Sandsteine. Die Mächtigkeit des Taveyannazgesteins nimmt ab von Nordwest nach Südost (vergl. Fig. 12, pag. 85) und in der ursprünglich südöstlichen Haupt-Facieszone wird es ganz durch Schiefer ersetzt.

5. Die Dachschiefer-Facies.

Die Dachschiefer und Sandsteine des Sernftales sind im speziellen Teil eingehend besprochen worden (vergl. pag. 78—82). Ausser diesen Lokalitäten sind

sie weiter im Autochthonen bekannt von Pfäfers bei Ragaz, von Lintthal[1]), von Attinghausen an der Reuss, wo die Dachschiefer früher ausgebeutet und Glarner Fische gefunden wurden. Weiter westlich fand ich sie unverändert und in gleicher Schichthöhe über der Taveyannazgruppe bei Engelberg, wo sich wiederum Glarner Fische fanden (vergl. pag. 80—90). Ich zweifle nicht daran, dass die Fischschiefer noch weiter westlich in der Blümlisalpgruppe und im Gebiet der Diablerets als solche festgestellt werden können.

Aus der grossen Mächtigkeit von mehreren hundert Metern, der Konstanz der Facies, der feinsten ebenen Spaltbarkeit nach Schichtfugen, der weiten Ausdehnung und der Fischfauna muss auf eine bathyale bis hyponeritische Ablagerungstiefe geschlossen werden. Die Zone der Dachschiefer läuft parallel dem hypothetischen Nordwestufer des Flyschmeeres und ist von diesem nicht allzuweit entfernt.

6. Die Wildflysch-Facies.

In ungeheurer Mächtigkeit dehnt sich dieser komplexe Faciestypus über die ganzen Schweizeralpen aus. Er überschreitet von den östlichen Schweizeralpen aus das Aarmassiv weit nach Süden, verbindet das Gebiet der helvetischen Decken mit dem der „Klippen", und dieses stand vielleicht weiter mit dem ostalpinen und südalpinen Faciesgebiet in Verbindung.

Schiefer und Sandsteine bilden die Hauptmasse der Wildflysch-Facies. Doch wir finden unabtrennbar im Wildflysch eingeschaltet eine nicht zu beschreibende Auswahl wechselvoller Sedimente, z. B.:

1. Globigerinenschiefer,
2. Fucoidenschiefer (diese beiden verschmelzen oft ineinander, oder die Fucoidenschiefer enthalten selbst Globigeriniden).
3. Kieselschiefer, ähnlich denen des Kulm in Norddeutschland.
4. Nummulitenkalke und -Grünsande.
5. Exotische Blöcke, Breccien, exotische Konglomeratbänke etc.
6. Graue und grüne Quarzitbänke (Ölquarzit), z. B. Toggenburg.
7. Bänke von sterilem, dichtem Kalk und Kieselkalk.
8. Rote und grüne Thone und Mergel. Diese zuletzt genannten Einlagerungen sind wohl am auffallendsten im Gebiet von Amden. Ich habe deren über 20 im

[1]) Herr *Oberholzer* hat sie nun im ganzen Kanton Glarus durchgreifend kartiert.

oberen Toggenburg und Walenseegebiet feststellen können[1]), die in mindestens drei verschiedenen Schichthöhen im Wildflysch eingelagert sind. Häufig enthalten sie selbst exotische Blöcke oder sind vollgespickt von grünen Quarzitlinsen, Sandstein- oder Breccienbrocken. So auffallend auch diese Einlagerungen im Wildflysch der Säntisdecke östlich des Walensees sind, werden diese doch weiter westlich noch vermisst. In *Kaufmann's* Arbeiten fand ich keine diesbezüglichen Angaben. Wohl aber kennt man wieder rote Mergel im autochthonen Flysch des Val d'Illiez westlich der Rhone. *Schardt*[2]) und *Lugeon*[3]) sprechen kurzweg von „molasse rouge" und verbinden diese unterirdisch mit der subalpinen Molasse. *Douxami, Steinmann, Douvillé* und *Rollier*[4]) bestreiten diese Zuordnung und halten die roten Schichten einfach als Einlagerung im „oberen" Flysch. *C. Schmidt*[5]) betrachtet 1907 die „molasse rouge" von Val d'Illiez als das normale Hangende des Flysches im helvetischen Faciesgebiet, verbindet diese aber ebenso wie *Schardt* und *Lugeon* unter den Préalpes hindurch mit der subalpinen Nagelfluh. Da nach den Beschreibungen die roten Schichten von Val d'Illiez ganz an den Typus von Amden erinnern, vermute ich, dass die „molasse rouge" ebenso mitteleocaener Flysch vorstelle und in keiner Verbindung mit der subalpinen Molasse stehe.

Eine sonderbare Eigentümlichkeit des Wildflyschs ist die vielfache Fältelung und Zerknitterung der Schiefer, die oft wie mit Brocken und zerrissenen Kalk- und Quarzitbänken zusammen geknetet aussehen. Dass es sich hier nicht um Dislokationsfältelung handeln kann, hat schon *Kaufmann* erkannt (vergl. pag. 96); er hat wohl deshalb die Bezeichnung Wildflysch aufgestellt. Auch die Annahme von subaquatischen Rutschungen[6]) hebt uns über das Rätsel der Entstehung nicht hinweg. Und auch die Erklärung der exotischen Blöcke steht noch im Rahmen der Hypothese. Das sind die Rätsel der Wildflyschfacies.

[1]) Vergl. Walenseekarte 1 : 25 000.

[2]) *H. Schardt:* Les régions exotiques du versant Nord des Alpes Suisses. B. S. Vaudoise d. Sc. nat., 1898. Pl. 1.

[3]) *M. Lugeon:* Compte-R. de l'excursion ... B. S. G. F. 1901, p. 689. — Les grandes nappes de recouvrements etc. B. S. G. F. 1902, pl. XIV.

[4]) B. S. G. F. 1901, p. 690—694.

[5]) *C. Schmidt:* Eclogae geol. helv. 1907. Vol. IX, Nr. 4, p. 534 Anmerkung; Pl. 12 und Karte Pl. 13.

[6]) *Arnold Heim:* Über fossile und recente subaquatische Rutschungen. Neues Jahrb. f. Min., G., P. 1908/09.

Bestimmt können wir nur das folgende sagen: 1. Der Wildflysch ist eine marine Bildung. 2. Er enthält unregelmässig zerteilt neritische und hyponeritische Einlagerungen von Nummulitenkalk (und -Grünsand). Sonst ist diese Facies noch unverständlich.

7. Die exotischen Blöcke.

Wo immer bisher im Eocaen der Schweizeralpen exotische Blöcke gefunden wurden, da stammen sie aus der sonderbaren und noch nicht erklärten Facies des Wildflyschs, einen einzigen Fund eines Habkerngranitgerölles aus den Pilatusschichten von Seewen ausgenommen. Ich verweise auf meine früheren Arbeiten[1]) und kann von den neueren Resultaten absehen, da ich in meiner Monographie der Churfirsten-Mattstockgruppe eingehend die Frage der exotischen Blöcke behandeln werde. Dagegen will ich noch einige Gesichtspunkte hervorheben, die mit der Stratigraphie im Zusammenhang stehen.

Exotische Blöcke sind bekannt aus dem autochthonen Flysch des Linthgebietes, dem Flysch der oberen helvetischen Decken (Amden-Habkern) und den Decken des Niesen, der Pléyades (Préalpes externes), der Préalpes médianes und der Hornfluh. Der Flysch, aus dem sie stammen, wurde vielfach als Oligocaen hingestellt, um damit auch die Ableitung der exotischen Blöcke von den Überschiebungen der „Klippen“ oder ostalpinen Decken zu ermöglichen. Ich habe bereits darauf geantwortet, dass die exotischen Blöcke einerseits nicht durch tektonische Bewegung in den Flysch hineingelangt sind und andererseits im Eocaen eingebettet liegen. Sie waren am Flysch-Meergrund niedergelegt, als noch keine der alpinen Überfaltungen vorhanden waren[2]). Die hier gegebenen Spezialprofile und

[1]) Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch etc. Eclogae geol. helv. 1905, Vol. IX, Nr. 3. — Über das Profil von Seewen-Schwyz und den Fund von Habkerngranit im Nummulitengrünsand. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1908, p. 377--386, Taf. I.

[2]) *A. Tornquist*, der zwar insofern mit mir einig geht, dass die exotischen Blöcke stratigraphisch im Flysch eingelagert seien, entgegnet mir in bezug auf die von mir behauptete Unabhängigkeit von den Deckenschüben in:

a) Vorläufige Mitteilung über die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Sitzungsb. d. kgl. preuss. Ak. d. W. XXXI 1907, p. 591—599.

b) Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Beziehung zu den ostalpinen Deckenschüben. Neues Jahrb. f. M. G. u. P. 1908, p. 63--112, Taf. IV—XII.

c) Noch einmal die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und der submarine Einschub ihrer Klippenzone. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1908, Nr. 14, p. 326—332.

d) Die Annahme der submarinen Erhebung des Alpenzuges und über Versuche, Vorstellungen über submarine Gebirgsbewegung zu erlangen. Sitzungsb. d. kg. preussischen Ak. d. W. 1909.

Meine Antwort (l. c.), dass in der Eocaenzeit noch keine alpinen Überfaltungsdecken bestanden, wird in der unter c genannten Arbeit folgendermassen erwidert: „Seine Bemerkung, dass die exotischen

die Altersbestimmung befestigen nicht nur diese Auffassung, sondern verschärfen und präzisieren sie. Die meisten exotischen Blöcke, vielleicht sogar alle, liegen in Schichten vom Alter der berühmten Lutétien-Fauna von Einsiedeln oder tiefer. Sie sind im „unteren Flysch" *(Kaufmann)* eingebettet, aber vereinzelt auch schon in den Pilatusschichten und der senonen Kreide in Wildflyschfacies (Amden) gefunden. Die exotischen Blöcke sind eine stratigraphische Erscheinung. Es scheint das folgende Gesetz zu gelten:

Je weiter südöstlich die Flyschzone, um so früher setzt die Wildflyschfacies ein und um so tiefer beginnen die exotischen Einschlüsse,

Die Treibeis-Hypothese (*Favre* 1867, *Arnold Escher v. d. Linth, E. Suess* 1875, *Schardt* 1884, *Renevier* 1890, *Ch. Sarasin* 1894, *Arnold Heim* 1907) wird den komplizierten Tatsachen am ehesten gerecht.

Nach der Art der Gesteine und ihrer Verbreitung nach Decken muss auf eine südliche bis östliche Herkunft geschlossen werden. In dieser Hinsicht stehen die exotischen, klastischen Gemengteile in scharfem Gegensatz zu dem im entgegengesetzten Sinne, von Nordwesten herstammenden klastischen Material der Pilatusschichten, der Taveyannaz- und Dachschiefergruppe. In der Tat ist nach jetzigem Wissen auch die ursprünglich nordwestliche Zone von den Bürgenschichten bis und mit den Dachschiefern vollständig frei von exotischen Einschlüssen.

8. Fossiles Harz (Bernstein) im Flysch.

Vor mehreren Jahren fand mein Vater im roten Nummulitenkalk des Flyschs am Flibach (Reservoir) einen Einschluss von dunkelbraunem fossilem Harz von 2—3 cm Durchmesser.[1]

Blöcke deshalb nicht in eocaenen Flysch gekommen sein könnten, weil „„jedermann weiss, dass in der Eocaenzeit unsere alpinen Decken noch nicht bestanden haben"", ist unzutreffend. Soweit eocaener Flysch besteht, haben eben Deckenschübe schon begonnen. Die Ansicht, dass sich Ablagerung von eocaenen Sedimenten auf den Decken und Bewegung der letzteren gegenseitig ausschliessen sollen, muss sofort aufgegeben werden, wenn wir die ersten Deckschübe als submarin betrachten". Es würde zu weit führen, auf diese Entgegnung näher einzutreten. Ich erinnere nur noch an die exotischen Blöcke, die *Tornquist* selbst im Seewenmergel gefunden hat. Im übrigen mag meine Arbeit auch dem ferner stehenden einige Dokumente in die Hand geben, um sich ein Urteil über die eocaenen „submarinen Deckenschübe" der Schweizeralpen zu bilden.

[1] Herr Prof. Dr. *Hartwich* in Zürich hat mir in freundlichster Weise eine chemische Analyse dieser Harze versprochen. Die Arbeit ist im Gange.

Dieser Fund steht nicht vereinzelt da. Schon 1872 schreibt *B. Studer* in seinem Index[1]: „Als Seltenheit findet man erbsen- bis nussgrosse Körner von Bernstein im Flysch eingeschlossen (Gurnigel, Thonon in Savoyen).“

Herr Dr. *Hager* in Dissentis hatte die Freundlichkeit, mir brieflich mitzuteilen, dass er im Flyschsandstein der gleichen tektonischen Zone der „Préalpes externes“ weiter westlich Bernsteingerölle entdeckt hatte.

Herr Prof. Dr. *de Girard* in Fribourg schickte mir ein Stück des grauen, feinkörnigen Flyschsandsteins, das zahlreiche erbsengrosse Harzeinschlüsse enthält, und er hatte die Güte, mir folgendes zu schreiben: „Bernsteingerölle haben wir nie gefunden. Wohl aber Bernstein-Intrusionen, und zwar im Flyschsandstein bei Plaffeyen, gerade am Eintritt in den Flysch, an der Strasse nach dem Schwarzsee (Sense), Geol. Karte Bl. XII 1 : 100 000“, beim Zusammenfluss der warmen und kalten Sense. Es ist das kein echter Bernstein, sondern die Varietät Allingit von Les Allinges.“

Da an der genannten Lokalität die Bernsteineinschlüsse häufig sind, ist zu vermuten, dass man solche auch noch an anderen Orten im Flysch finden wird. Die Analyse wird vielleicht den Entscheid bringen, ob sie nordischer oder südlicher Herkunft sind.

9. Verbreitung der Sandsteine und Herkunft ihres Materials.

Wir können zweierlei Arten klastischer Ablagerungen im Flysch unterscheiden:

1. die gewöhnlichen Sandsteine und zwar besonders die Obwaldner und Altdorfer Sandsteine, die Sandsteine im Wildflysch (z. T.), die Sandsteine zwischen den Dachschiefern und diejenigen der Taveyannazgruppe;
2. die exotischen Ablagerungen.

Wir betrachten in diesem Abschnitt zuerst nur die gewöhnlichen Sandsteine.

a) Die Sandsteine der Taveyannaz- und Dachschiefergruppe der nordwestlichen Facieszone fehlen in der ursprünglich südöstlichen Facieszone (besonders in den östlichen Schweizeralpen und südöstlich des Pilatus) und sind durch sandsteinarme oder sandfreie Globigerinenschiefer ersetzt. Umgekehrt scheint die Mächtigkeit und Korngrösse im allgemeinen gegen ursprünglich nordwestlichere Zonen hin zuzunehmen. So z. B. enthält die Taveyannazgruppe bei Engel-

[1] *B. Studer:* Index der Petrographie und Stratigraphie der Schweiz u. Umgeb., Bern 1872, p. 83.

berg sehr grobkörnige Sandsteine mit Quarzgeröllchen. Es ist auch bekannt, dass das echte oder unechte Taveyannazgestein vielfach kleinere und grössere Stückchen von Thonschiefer einschliesst. Wir müssen darnach auf **nordwestliche Herkunft** der klastischen Sedimente schliessen. Das Nährgebiet war das hercynisch-variscische Rumpfgebirge.

b) Das autochthone Altdorf und Obwalden in der Pilatusdecke scheinen ein Zentrum mächtiger Sandsteinanschwemmungen zu sein. Da die südöstliche Fortsetzung der Obwaldner Sandsteine abgewittert ist, können wir noch nicht sicher sagen, ob die Sedimentzufuhr von Nord nach Süd oder umgekehrt vor sich ging. Das erstere ist wahrscheinlicher, da die Altdorfer Sandsteine zum Teil sehr grobkörnig bis konglomeratisch sind.

c) Über die Herkunft des Sandsteinmateriales im Wildflysch kann aus Mangel an Tatsachenmaterial zur Zeit noch nichts ausgesagt werden.

Echt litorale Sandsteine, Bildungen aus der Flut-Ebbe-Zone, sind unbekannt. Ebenso fehlt jeder Anhaltspunkt zur Annahme einer Verschiebung der Küstenlinie während der Flyschzeit.

10. Arten und Tiefen der Ablagerungen im allgemeinen.

Im Gegensatz zu den Pilatusschichten ist der Flysch durch die ganzen Schweizeralpen und seine ganze Mächtigkeit hindurch im allgemeinen eine rein marine Bildung.

Bevor wir diese marinen Ablagerungen lithologisch prüfen, müssen wir noch der vereinzelten Funde von Landpflanzen gedenken. Solche sind bekannt aus dem „Ralligsandstein“ am Thunersee (vergl. p. 97), und *Renevier* erwähnt die gleichen auch aus den Waadtländer Hochalpen und von Val d'Illiez auf der westlichen Seite der Rhone. *Oswald Heer*[1]) hat sie näher untersucht und als Miocaen betrachtet. Die pflanzenführenden Sandsteine und Schieferlagen bei Ralligen erinnern an den Übergang der „unechten“ Taveyannazsandsteine in die Dachschiefer und Sandsteine, und die Beschreibungen *Renevier's* stimmen ebenso ganz mit dieser Auffassung überein. Die Blätter scheinen im Mitteleocaen von der nicht allzu fernen nordwestlichen Küste her in das Flyschmeer gelangt zu sein. Die genannten Vorkommnisse gehören in die nordwestliche Haupt-Facieszone des Flysch.

[1]) *Oswald Heer:* Flora fossilis Helvetiae 1876/77, p. 169, Tab. 70.

Echte Brack- und Süsswasserbildungen, wenn überhaupt vorhanden, sind längs des nordwestlichen Flyschsaumes unter dem Molasseland verborgen.

Eine der für den Faciesgeologen verblüffendsten Erscheinung der östlichen und zentralen Schweizeralpen ist der vielfache, aber unregelmässige Wechsel von scheinbar bathyalen Globigerinenschiefern mit organogenen Nummuliten- und Lithothamnienkalken von neritischem Charakter. Würde man nur ein Profil ins Auge fassen, so würde man zu der Ansicht geführt, dass ein Wechsel der Meerestiefe die Ursache war oder die Möglichkeit bot zur Ansiedelung einer riffartigen Ablagerung, Sobald man aber den unteren Flysch überschaut, so muss man erkennen, dass die Nummulitenkalke oft plötzlich seitlich enden, und wie dann in etwas anderer Schichthöhe Stellvertreter erscheinen. Es ist ganz ausgeschlossen, dass all den Dutzenden von verschiedenen Nummulitenkalklagen jeweilen eine relative Hebung („negative Phase") des Meergrundes entspreche. Nach dieser Erkenntnis müssen wir aber fragen: Sind denn die Nummulitenkalke wie die Globigerinenmergel bathyale Bildungen, oder umgekehrt die Globigerinenmergel wie die Nummulitenkalke in Flachsee abgesetzt? Oder findet man in den liegenden oder hangenden Grenzflächen dieser zoogenen Kalke Diskontinuitäten der Sedimentation? Das letztere ist meist nicht der Fall — im Gegenteil konnte ich in vielen Fällen, wo ich die Grenzen aufgeschlossen fand, allmähliche, wenn auch oft rasche lithologische Übergänge feststellen. Um aber die erste, schwierige Frage zu beantworten, ist es auch hier wie bei den Pilatusschichten vorteilhaft, zunächst einige für die Ablagerungstiefe möglichst eindeutige Sedimente herauszugreifen. Und auch hier müssen wir bei der Bestimmung der Ablagerungstiefe die grobklastischen Gemengteile vorerst ausser Betracht lassen.

11. Neritische, organogene Bildungen.

Als solche kommen auch hier in erster Linie in Betracht die Lithothamnienkalke. Ich kenne sie von Wildhaus (Wildburg, Lisighaus, Tobbach) in der Säntisdecke, vom Gufler am Flibach (Axendecke), von Ragaz im Autochthonen (vergl. pag. 70—73), von Sarnen-Flühli in der Pilatus-Säntisdecke. *Kaufmann* erwähnt (1886 l. c. pag. 548) Lithothamnienkalklagen im Flysch vom Pilatus bis zum Thunersee, auch Schiefer mit Lithothamnien. Sie enthalten im ganzen die gleiche Foraminiferenfauna wie diejenigen der Ostschweiz.

Ob die Lithothamnienkalke der Blümlisalp-Gruppe zum Flysch oder zu den Pilatusschichten gehören, lässt sich nach den Untersuchungen von *Trösch* nicht entscheiden.

Die meisten dieser Lithothamnienkalke haben nur eine geringe horizontale Ausdehnung. Besonders bei Wildhaus und im Flibach überrascht das fast plötzliche Verschwinden in der Längsrichtung, obwohl einzelne dieser Kalke bis 70 m Mächtigkeit erreichen (Lisighaus). Es sind zum Teil eigentliche Riffbildungen; sie wuchsen aber nicht auf Felsgrund empor, sondern immer auf schlammigem oder sandigem Boden. So kam es, dass gelegentlich noch unter Meer die zoogenen Kalke durch ihre eigene Last auf dem Schlammgrund rutschten und in Blöcke zerfielen[1]) (Loch-Amden). Um zu sehen, ob die zoogenen Kalke rascher emporwuchsen, als die umgebende Schlammasse (mit Globigerinen), wären Beobachtungen über die seitlichen Enden solcher „Riffe“ von grösster Wichtigkeit. Es ist mir noch nicht gelungen, einen Aufschluss zu finden, wo nicht tektonische Veränderungen, Zerreissungen und Zerbrechungen derartige Facies-Beobachtungen illusorisch machten.

Entsprechend den gegenwärtig entstehenden Lithothamnienriffen sind wohl auch diejenigen im Flysch in relativ geringer Tiefe, seichter als 200 m abgesetzt. Zu dieser Auffassung führen auch die feinen Lithothamnienbreccien des Wildburgriffes bei Wildhaus, das vielleicht sogar bis an die Meeresoberfläche hinaufragte. Mikroskopisch sieht man, dass es rein organogene Bildungen sind. Die Zwischenräume zwischen den Lithothamnien und grossen Nummulitideen sind ausgefüllt von unzähligen, vielfach zertrümmerten megasphärischen Nummuliten und Orthophragminen bis zu miskroskopischer Kleinheit. Das Bindemittel ist chemischer Kalkabsatz.

Betrachten wir jetzt die Fauna typisch neritischer Lithothamnienkalke, so finden wir von Foraminiferen besonders Discocyclinen, Asterocyclinen Nummulina Murchisoni-Heeri var. minor; im schwarzen, bituminösen Lithothamnienkalk von Ragaz auch N. distans und irregularis.

Gehen wir über zu den an Lithothamnien armen oder freien Nummulitenkalken von gleichem massigem zoogenem Kalk, dessen Facies nicht wesentlich verschieden ist, so treten besonders hinzu Assilina granulosa und Orthophragmina Archiaci. Wir werden also dazu geführt, die an Lithothamnien armen oder freien, reinen, hellen Nummulitenkalke im Flysch ebenso als neritische Bildungen zu betrachten.

[1]) Vergl. *Arnold Heim:* Über recente und fossile subaquatische Rutschungen und deren lithologische Bedeutung. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1908/09, p. 109.

12. Hyponeritische Bildungen.

Von den oben geschilderten neritischen Nummulitenkalken führen alle Übergangsstadien zu glauconitischen Nummulitenkalken, die keine Lithothamnien, dafür aber oft massenhaft Nummulina gallensis enthalten. Schliesslich treffen wir im Flysch eingelagert dunkelgrünen Glauconitfels. Die genannten neritischen Nummuliten treten zurück und verschwinden; es bleiben zuletzt noch Assilina exponens und Orthophragmina discus var. laevitenuis und laevicrassa.

Schöne Beispiele dieser Art bietet das Flibachgebiet, woselbst solche hyponeritische Bildungen im Globigerinenschiefer mehrfach eingelagert sind. Es sei aber auch noch vor allem an den Glauconitfels von Sarnen-Flühli erinnert (vergl. Fig. 14, pag. 100), der in vertikalem Sinne aus neritischem Nummulitenkalk mit Lithothamnien hervorgeht und wahrscheinlich in Globigerinenschiefer überführt. Auch bei Steinbach sind wir in der Phosphoritschicht und dem Wuhrstein (vergl. pag. 108—110) einem glauconitischen, vertikalen Bindeglied von Mergel zu neritischem Nummulitenkalk begegnet, und es ist für mich wahrscheinlich, dass der Wuhrstein eine hyponeritische Ablagerung ist.

Diese Ableitungen stimmen ganz mit dem überein, was ich schon früher aus dem Studium der Bürgenschichten gefolgert habe (pag. 162—165). Ich will aber damit nicht etwa behaupten, dass alle ähnlichen Facies stets aus genau gleicher Meertiefe hervorgegangen seien.

13. Bathyale Bildungen.

Wenn wir uns an das Fehlen der zoogenen Nummulitenkalke im Flysch der Westschweiz erinnern, so taucht uns jetzt unwillkürlich die Frage auf, ob denn nicht jener Meergrund für deren Bildung zu tief war, umsomehr, als einzelne seltene Nummuliten gefunden wurden[1]). Positive Anhaltspunkte für Tiefmeer stehen noch aus.

Dagegen muss ich die Dachschiefer als bathyale oder hyponeritische Bildung in nicht allzu grosser Ferne vom nördlichen Festland betrachten. Das gleiche gilt für die an Globigerinen[2]) reichen, sonst aber fossilfreien oder fossil-

[1]) Die Nummulina Partschi-Oosteri de la H. ist vielleicht eine bathyale Varietät unserer hyponeritisch bis neritischen N. gallensis.

[2]) Als Globigerinenschlick darf man alle diese Mergel nicht ansprechen, da die Globigerinen, wenn auch häufig, doch nur einen sehr kleinen Prozentsatz des Sedimentes ausmachen.

armen Stadschiefer, die nicht unmittelbar mit zoogenen Nummulitenkalken wechsellagern. Auch diese Schiefer zeichnen sich aus durch Gleichmässigkeit der Ablagerung, die oft über hunderte von Metern Mächtigkeit und ohne jede Störung hindurchgeht. Es ist die Kreidefacies des Eocaen. Wir finden sie fast überall im nordöstlichen Teil der abgewickelten helvetischen Alpen an der Basis der Flyschgruppe (Säntis, Walensee, Glarnerdecke, Calanda-Tardisbrücke, Pilatus, Gemmi etc.), aber auch in den oberen helvetischen Decken am Thunersee, so besonders nach *Gerber* am Nordabhang des Morgenberghorns.

Treten wir jetzt aber in die Gebiete, wo zoogene Nummulitenkalke im Flysch wechsellagern, so sehen wir (z. B. bei Lowerz, Einsiedeln, am Flibach), dass die Facies und Gleichmässigkeit der Globigerinenmergel bis dicht an die Kalke heran erhalten bleibt. Wir gelangen so zu einem scheinbaren Widerspruch, indem die Nummulitenkalke neritische, die vielfach damit wechsellagernden Globigerinenmergel hingegen bathyale Bildungen sein sollten. Die Lösung dieser Frage ist mir noch nicht ganz klar; doch ich neige zu der folgenden Ansicht: Die Globigerinenmergel können in gleicher Facies in der bathyalen und in der neritischen Zone abgelagert werden. Dies geht direkt aus den oft zu sehenden, lithologischen Übergängen der zoogenen Kalke von unten und nach oben hervor; die neritischen Bildungen wurden oft von Globigerinenmergeln bedeckt, ohne dass zwischen der Ablagerung beider eine so rasche Senkung stattgefunden haben konnte. Andererseits sind besonders lehrreich die beidseitigen Sedimente der Riffkalke von Wildhaus, die ich später näher beschreiben werde. Die „Wildburg" liegt auf Mergel mit Sandsteinlagen; das vertikale Lithothamnienriff „Tobbach" ist nördlich scharf gegen graue kreideähnliche Mergel von bathyalem Aussehen abgegrenzt, während südlich Sandstein und Wildflysch angrenzen. In diesen Fällen ist nach der Bildung der Riffkalke nicht wieder die gleiche terrigene Facies abgesetzt worden. Im allgemeinen aber sind, soweit meine eigenen Beobachtungen reichen, diese Fälle vereinzelt, wo zoogene Nummulitenkalke direkt an Wildflyschfacies oder Sandsteine grenzen. Meist liegen sie beidseitig in sandsteinfreie Mergel von der Facies der Stadschiefer eingebettet. Es scheint darnach, dass die Nummulitiden ruhige Sedimentation bevorzugten und mit ihren Riffen über die dem Grunde entlang zirkulierende Schlammsuspension emporzuwachsen strebten, bis weitere Senkungen des Meergrundes überhand nahmen.

Ausser Globigerinenschiefer und Dachschiefer kommen vielleicht noch bathyale Sandsteine und andere bathyale Ablagerungen im Flysch vor; doch sie gehören zu den bathymetrisch stummen Sedimenten, über deren Ablagerungsbedingungen wir noch nichts wissen.

14. Facies-Argumente von Renevier — Resultate.

Die mittelalterlichen Ansichten über die Schlammvulkan-Entstehung des Flysch können stillschweigend übergangen werden, dagegen kann ich einige kritische Bemerkungen auf die interessanten Facies-Ableitungen von *Renevier*[1]) nicht unterlassen.

Zu b) Die „Ripple-marks“ sind keine „Wellenschläge“, wie irrtümlich allgemein angenommen wird, sondern unter dem Einfluss einseitiger Strömung entstanden. Sie beweisen nicht eine geringe Meertiefe.

Zu c) habe ich schon geantwortet, dass die Konglomerate und Sandsteine nicht unmittelbar zur Faciesbestimmung verwertet werden dürfen, da wir nichts über ihre Herkunft und den Transport wissen. Und wer mit *Renevier* die exotischen Blöcke als Treibeis Drift betrachtet, sollte erst recht diese grobklastischen Flysch-Einschlüsse bei der Tiefenbestimmung ausser Betracht lassen.

Resultate.

Während früher ein wissenschaftlicher Streit darüber herrschte, ob der Flysch eine Flachsee- oder Tiefseeablagerung sei, sind wir zum Ergebnis gelangt:

Der Flysch ist faciell eine sehr mannigfaltige Bildung, in der sowohl neritische, wie hyponeritische und bathyale Ablagerungen vorkommen.

Die Frage, in welcher Tiefe der Flysch überhaupt abgelagert wurde, braucht nicht mehr erörtert zu werden. Die Meertiefen haben vielfach gewechselt, ohne dass wir bis jetzt eine einfache Gesetzmässigkeit dieses Tiefenwechsels zu erkennen vermöchten. Die Facies des Wildflysch mit seiner lithologischen Mannigfaltigkeit und Verworrenheit bietet noch ein Rätsel; überhaupt können wir uns über Transport und Herkunft der klastischen Sedimente des Flysch noch keine genaue Vorstellung machen.

15. Küstendistanz und Nordgrenze des Flyschs.

So schwierig und unübersichtlich die Frage nach der Ablagerungstiefe der Flyschsedimente ist, so einfach lässt sich wenigstens annähernd die Küstendistanz feststellen.

[1]) *E. Renevier:* Hautes-Alpes Vaudoises. Beiträge Lfg. 16, pag. 455—458; 1890.

Ganz allgemein ist der Flysch eine typisch geosynclinale Bildung, die nicht nördlich über die tertiär-alpine Faltungszone hinausreicht. Da finden wir im autochthonen Aarmassivgebiet von Uri und Glarus schon eine ungeheure Mächtigkeit von Flysch, die vielleicht 3000 m erreicht, und schon 80 km nordwestlich dieser Zone — die geringwärtigen Faltungen bereits mit in Rechnung gezogen — war im Juragebirge und über Schwarzwald und Vogesen ein Festland von kontinentalem Charakter. Nie reichte das Flyschmeer über diese variscischen Rumpfgebirge hinaus.

So sehen wir, dass sich der Flysch in einer im ganzen sich senkenden Geosynclinalzone abgelagert hat, deren Nordrand sich annähernd parallel den Alpen hinzog, aber unter dem Molasseland verborgen liegt.

Wenn wir aber die geologische Karte 1 : 500 000 oder Fig. 19 nach pag. 180 überblicken, so fällt uns auf, dass die im Osten so ungeheuer mächtig entwickelte autochthone Flyschmasse von Uri an südwestlich sehr reduziert ist und bleibt. Ist hier der Flysch tektonisch verquetscht? Ich glaube nicht. Viel wahrscheinlicher ist er vor der Alpenfaltung und Deckenüberschiebung abgetragen[1]) oder gar nie so mächtig abgesetzt worden wie im Nordosten.

Ist diese Ansicht richtig, so muss sich gegen die Westschweiz hin der mitteleocaene Meerrand und ebenso der Geosynclinalrand nach ursprünglich südöstlicheren Regionen zurückgezogen haben.

16. Die Isopen.

a) Es wurde schon früher gezeigt, dass die beiden Haupt-Facieszonen des Flyschs annähernd parallel den Alpen verlaufen, jedoch in der Westschweiz auf ursprünglich südöstlichere Regionen übergreifen. Die Grenzlinie der beiden Hauptfacieszonen verläuft ursprünglich etwa **W 35° S.**

b) Von anderen Gesichtspunkten ausgehend haben wir oben gefunden, dass die hypothetische Nordküste des Flyschmeeres und der Nordrand der alpinen Geosynclinale vermutlich parallel einer Linie verläuft, die südlich vom Südweststreichen des Aarmassivs abweicht.

[1]) Dem entspricht die Ansicht, die *A. Buxtorf* neuerdings geäussert hat (Zur Tektonik der zentralschweizerischen Kalkalpen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1908, p. 163—197, besonders 185 Anmerkung).

c) Die Verbindungslinie der an ihren Ursprung zurückversetzten Decken der Préalpes in der Westschweiz und des Säntis in der Ostschweiz, woselbst die Senonmergel von Wildflysch mit exotischen Blöcken überlagert werden, ergibt eine Richtung, die stark südlich vom Alpenstreichen abweicht.

d) Ich habe schon früher (pag. 100, 117) die überraschende Übereinstimmung in Facies, Mächtigkeit und Fauna des Flyschs am Flibach mit demjenigen der Melchaa bei Sarnen hervorgehoben. Die Verbindungslinie von der Stirn der Axendecke (Fli) bis zur südlichen Unterzone der Säntis-Pilatusdecke (Melchaa) ergibt eine ursprüngliche Richtung von etwa **W 35° S.**

Diese wenigen Anhaltspunkte lassen immerhin deutlich erkennen, dass die Isopen annähernd parallel dem Alpenstreichen verlaufen, jedoch ebenso wie die Isopen der Bürgenschichten die Neigung zeigen, vom Alpenstreichen **südlich** abzuweichen. Auch von den Flysch-Isopen wird das Aarmassiv unter sehr spitzem Winkel schief überschritten.

Das Eocaenmeer und die alpine Geosynclinale.

Nach dem lithologischen Studium versuchen wir jetzt, uns eine Vorstellung über die Meere selbst und ihre Veränderungen zu machen.

1. Die mitteleocaene Transmersion.

Das Wort Transgression (Übergreifen) wird in verschiedenem Sinne gebraucht. In der Regel wird jede unvermittelte primäre Überlagerung eines Sedimentgesteines auf dem nicht nächst älteren ohne weiteres als Transgression bezeichnet. Und doch beweist die Diskontinuität an sich nicht im geringsten eine stattgehabte Festlandperiode. Ich unterscheide daher zwischen

I. **Transmersion** [1]) (über das Untergetauchte) = Übergreifen des Meeres über Festland und infolge davon Übergreifen mariner (resp. brackischer) Ablagerungen über terrestrische Bildungen.

II. **Resession** (Wiederablagerung) = Wiederablagerung ohne vorhergehende Trockenlegung, nach vorangehender submariner (oder sublacustrer) Omissionsphase.

---

[1]) mergere = untertauchen.

Betrachten wir nun unseren speziellen Fall der mitteleocaenen „Transgression“ in der Ostschweiz, so würden wir nach dem scharfen und in jedem einzelnen Aufschluss konkordanten Kreide-Eocaen Kontakt ohne jede Spur einer klastischen Bildung geneigt sein, diese als Resession aufzufassen. Sobald wir aber die Zentral- und Westschweiz überblicken, wo Bohnerzablagerungen das Mesozoikum bedecken, und wo vielfach Kohlen, Süss- und Brackwasserbildungen dauernd von marinen Sedimenten bedeckt werden, so können wir nur an eine Transmersion denken. Die Diskontinuität ist aber einheitlich, über die ganzen Schweizeralpen hin dieselbe, und darum muss wohl auch die Diskontinuität der östlichen Schweizeralpen durch Transmersion bedingt sein. Man könnte freilich auch noch die Frage aufwerfen: Könnte nicht gleichzeitig mit der Emersion des Westens das Meer im Osten von der Kreidezeit bis zum Mitteleocaen bestehen geblieben sein, und wurde nicht einfach zwischen Turon (resp. Senon) und Lutétien kein Sediment am Meergrund abgelagert, oder gar bestehendes noch submarin aufgelöst? Damit wäre freilich der glatte und gleichmässige Kontakt erklärlich. Doch wir müssen sogleich weiter fragen: Wo wären dann die Spuren des Strandes, der während so langer Zeit zwischen Osten und Westen hätte bestehen müssen? Nirgends kennt man solche Strandbildungen. Das darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass der Kreide-Eocaen-Kontakt der östlichen und z. T. der zentralen Schweizeralpen mit seinen 1—2 % Paenaccordanz durch ein gewöhnliches Überschreiten des Meeres über ein denudiertes Festland kaum begreiflich wird.

Auf eine ähnliche Schwierigkeit stossen wir in den Gebieten, wo der Flysch auf Senonmergeln liegt und eine scharfe Grenze beider nicht zu ermitteln ist. Wie ist es möglich, dass Senon in Lutétien überführt, ohne dass irgendwelche Ablagerungen aus der langen Zwischenzeit zu finden sind? Sind die Senonmergel vom Flyschmeer aufgearbeitet und so mit dem Flysch gemischt?

Eine Frage reiht sich an die andere und wir sind noch nicht imstande, die Antworten zu geben. Ein Ereignis aber scheint mir klar vor Augen zu liegen: Wie mit einem Male breiten sich die mitteleocaenen, marinen Sedimente fast über die ganzen Schweizeralpen aus, als würde es sich um eine Ingression des Meeres handeln.

Man könnte nun einwenden, dass man in den westlichen Schweizeralpen die schrittweisen Stadien der Meerbewegung von Südosten nach Nordwesten verfolgen könne. In der Tat muss das Meer sich nach Nordwesten ausgebreitet haben, doch dieses centripetale Vorrücken des Alpenmeeres vollzog sich während der relativ kurzen Zeit, als der untere Teil der Bürgenschichten abgelagert wurde.

2. „Pilatus“-Meer und Süsswassergebiet.

Dem Rande des nordwestlichen Festlandes entlang folgte eine Meereszone, in der sich bald stärker, bald schwächer der Einfluss des Flusswassers geltend macht. Eine flache, untiefe Brackwasserzone von vielleicht 10 km Breite leitet in das offene südöstliche Alpenmeer über. Sie erstreckt sich von der Südseite des westlichen Aarmassivs nach Nordosten unter das Molasseland. Die Ursache der Brackwasserzone und ihre Abgrenzung sind im einzelnen noch unbekannt[1]). Das offene Meer erreichte seine grösste Tiefe mit vielleicht 500—1000 m in der jetzigen Ostschweiz, wo die Mürtschenfacies abgelagert wurde. Die tiefe Wanne ist gegen Südwesten von geringeren Tiefen umgeben (vgl. Faciestabelle p. 167). So mag der Nordwestsaum des Alpenmeeres zur Ablagerungszeit der unteren Bürgenschichten ausgesehen haben.

Nun nimmt die Meerbedeckung überhand und erobert die ganze Brackwasserzone, während im Osten die Tiefe bestehen bleibt. Doch abermals schreitet lokal eine Flussmündung nach Südosten vor; sie bringt den Hohgantsand, die Brackwasserschichten nördlich des Thunersees und jene Kohlen und Süsswassermergel. Doch wir wissen noch nichts Genaues über die Ausdehnung dieses zweiten Brackwassergebietes. Das ist der letzte Versuch der Festlandfacies, ihr Gebiet zurückzugewinnen.

3. Das Flyschmeer.

Auf die Bürgenschichten oder Hohgantschichten folgt fast überall in der südöstlichen Haupt-Facieszone eine mächtige Ablagerung von Globigerinenschiefer (Stadschiefer). In der nordwestlichen Haupt-Facieszone folgt über dem neritischen Complanatakalk und Sandstein im allgemeinen zuerst Globigerinenschiefer, darüber die Taveyannazgruppe und dann die Dachschiefer, die vielleicht zeitlich dem Stadschiefer von Alpnach-Stad entsprechen und als dessen sublitorale, globigerinenfreie Facies (?) aufgefasst werden können. Wir sehen daraus mit Bestimmtheit, dass sich im allgemeinen das Meer vertieft hat. Nur in dem vorher schon tiefen Meerteil der Ostschweiz hat vermutlich keine weitere Senkung stattgefunden.

Von jetzt an können wir die Tiefenveränderungen im einzelnen nicht mehr übersehen. Im grossen Ganzen aber scheint sie konstant zu bleiben und die Sedi-

[1]) Hier müssen wir uns fragen, ob nicht vielleicht die sog. „obereocaenen“ Süsswasserbildungen des Juragebirges die direkte Fortsetzung der mitteleocaenen „unteren Cerithienschichten“ (Diablerets-Engelberg) sind? Da das schweizerische Molasseland die Verbindung verdeckt, kann diese Frage vielleicht in Savoyen gelöst werden.

mentanhäufung der Senkung proportional fortzuschreiten, bis sich schliesslich die Sandsteine des obersten Flyschs auf dem nicht mehr weiter sinkenden Meerboden auffüllten.

Ob sich nach Ablagerung der Pilatusschichten der Rand des Eocaenmeeres weiter nordwestlich verschob, wissen wir nicht. Sicher ist nur, dass er nicht bis zum Jurazug vorschritt [1]).

Nach Südosten dehnte sich umgekehrt das Flyschmeer offen aus. Das Aarmassiv, überhaupt das ganze helvetische Faciesgebiet war von Meer bedeckt. Das gleiche Meer dehnte sich aber noch viel weiter nach Südosten, über das Faciesgebiet der „Klippen" und die ostalpine Facies [2]) aus, und stand vielleicht noch mit dem südalpinen Macigno-Gebiet in Zusammenhang. Die Alpen waren vielleicht ganz unter Meer getaucht [3]) bis auf den hypothetischen Gebirgsrücken, von dem her die exotischen Blöcke stammen mögen.

4. Das Senkungsgesetz im allgemeinen.

Bevor wir auf die alpinen Senkungen, die der Gebirgsbildung vorangegangen sind, eintreten, wollen wir allgemein die Frage besprechen: Unter welchen Bedingungen muss aus den Sedimenten auf eine relative Senkung der festen Erde geschlossen werden.

Betrachten wir irgend eine beliebige Schichtreihe, so muss immer dann eine relative Senkung zwischen der Ablagerung der ältesten und jüngsten Schicht stattgefunden haben, wenn die Mächtigkeit dieser Schichtreihe grösser ist als die Ablagerungstiefe der ältesten Schicht.

Bezeichnen wir von einer beliebigen Schichtreihe die Ablagerungstiefe der ältesten Schicht mit T_1, diejenige der jüngsten mit T_2 und die primäre Mächtigkeit der Schichtfolge als M, so ist die Senkung

$$S = M + T_2 - T_1.$$

Wir finden also durchschnittliche Senkung, Ruhe oder Hebung, je nachdem

$$M \gtreqless T_2 - T_1.$$

[1]) Da im allgemeinen, besonders bei geosynclinalen Bewegungen, die horizontale Ausdehnung des Meeres keineswegs parallel der Vertiefung geht, mache ich von den Ausdrücken „positive und negative Bewegungen" (Suess) keinen Gebrauch.

[2]) Auf einer Exkursion mit meinem hochgeehrten Lehrer, Herrn Prof. *Haug* im Sommer 1908 konnte ich mich überzeugen, dass bei Salzburg-Reichenhall die neritischen Nummuliten-Lithothamnienkalke auf den Gosauschichten der Dachsteindecke (= oberste ostalpine Decke) von Flyschmergeln bedeckt werden.

[3]) Die Bündnerschiefer-Zone zwischen helvetischer Facies einerseits, „Klippen"-, ost- und südalpiner Facies andererseits bietet zwar noch ein grosses Rätsel. Eogener Flysch ist trotz vielfacher Versuche darin noch nicht nachgewiesen worden. Die Fucoiden beweisen nichts in bezug auf das Alter.

5. Die alpine Senkung.

Wenden wir jetzt die obige Ableitung auf die Schweizeralpen an, so sind wir überrascht von dem hohen Mass der durchschnittlichen Senkung. Wäre keine solche eingetreten, so müssten die Pilatusschichten so tief abgelagert worden sein, wie die Mächtigkeit des Flyschs, d. h. 2000—3000 m!

Schon in den Hohgantschichten scheint die Mächtigkeit (bis über 200 m nach *Kaufmann*) die Ablagerungstiefe zu überschreiten und eine langsame Senkung vorhanden gewesen zu sein. Die Senkung dauert, wenn auch unregelmässig nach Ort und Zeit, so doch im grossen Ganzen während der ganzen Ablagerung des Flyschs fort. Und da dieser bis zu oberst ähnliche Ablagerungstiefen aufweist wie die Pilatusschichten, so können wir annähernd die durchschnittliche Senkung gleichsetzen der durchschnittlichen Mächtigkeit, d. h. **2—3 km** während des Mitteleocaen. Für das bathyale Gebiet der Mürtschenfacies kommen davon vielleicht 500 m in Abzug.

Diese Senkung vollzog sich annähernd parallel dem Alpenrand. Das alte, hercynische Gebirge versank in demjenigen Teil, der später im Neogen als Aarmassiv wieder auferstand, und zwar im Osten tiefer als im Westen. Umgekehrt blieben Schwarzwald und Vogesen tafelartig emporragende Festlandstücke.

6. Die alpine Geosynclinale.

Seitdem die amerikanischen Geologen *James Hall* 1859 und *Dana* 1873 die Geosynclinalen-Lehre aufstellten, und diese von *E. Suess* 1875 auf die Alpen angewendet wurde, hat *E. Haug* [1]) eine wertvolle Erweiterung unter Berücksichtigung der neuesten Kenntnisse besonders auf europäischem Boden veröffentlicht, und das neue Gesetz aufgestellt: Jeder Transgression auf der Kontinentalfläche entspricht eine gleichzeitige Regression in den Geosynclinalen, und umgekehrt.

Wenn wir in enger Anlehnung an die Fassung von *Dana* definieren:

Eine Geosynclinale ist eine flach synclinale Zone, in der sich infolge von Senkung die Sedimente mächtig anhäufen,

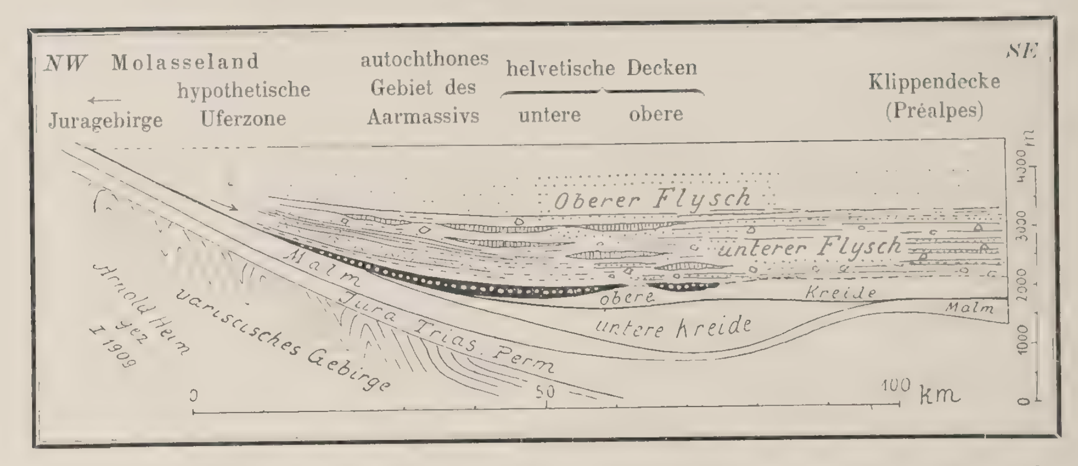
so gehören in der Tat die Schweizeralpen zur Zeit der Flyschbildung einer typischen Geosynclinale an, wie sie in Fig. 20 abgebildet ist. Und wie *Haug* im

[1]) *E. Haug:* Les Géosynclinaux et les Aires Continentales etc. Bull. Soc. Geol. Fr. 1900, pag. 618—710.

allgemeinen bemerkt, liegt sie auch für die Schweizeralpen im grossen und ganzen an der gleichen Stelle wie die Geosynclinale des Mesozoikums — nur war damals eine viel einfachere Gesetzmässigkeit nach Lage und Bewegungen der Geosynclinale vorhanden.

Fig. 20.

Die alpine Geosynclinale der Schweizeralpen in der Eocaenzeit
(schematisiert).



Anmerkung: Die Verbindung der helvetischen Facies mit der Klippenfacies ist unsicher, da das rätselhafte Gebiet des Bündnerschiefers dazwischen liegt.

ʌʌʌ = Taveyannazsandstein
schwarz punktiert = Flysch-Sandstein
vertikal gestrichelt = Nummulitenkalke im Flysch
▫ △ = Exotische Blöcke
— — — — = Unbestimmte Eocaen-Kreide-Grenze
weisse Punkte in schwarz = Bürgenschichten

Schon *Dana* hat erkannt, dass zur Nummulitenzeit die Alpen ebenso wie die Pyrenäen und der Himalaya eine geosynclinale Senkung erlitten; er schätzte die Mächtigkeiten der Nummulitenbildungen für die Pyrenäen auf 2—3000, für die Alpen auf 3000 und den Himalaya auf 5000 m.

Zu gleicher Zeit als in den Schweizeralpen 2000—3000 m mächtiges Mitteleocaen abgelagert wurde, entstanden im Pariserbecken kaum 50 m mächtige Ablagerungen — d. h. die Ablagerungsmenge in der Zeiteinheit war in den Schweizeralpen etwa das 50fache.

In seinen „Géosynclinaux“ (l. c. p. 705) schreibt *Haug*: „Dans les Géosynclinaux où le Sénonien tout entier est bathyal, l'Eocène inférieur fait presque toujours défaut“. „En revanche, sur les aires continentales, un mouvement négatif commence

à la fin du Lutétien et atteint son maximum à l'Eocène supérieur." Das Gesetz von *Haug* stimmt überraschend schön für das alpine Eogen, sobald man das von *Haug* selbst angenommene oligocaene Alter des Flyschs fallen lässt:

Der geosynclinalen Senkung der Alpen steht gleichzeitig das mitteleuropäische Eocaen-Festland gegenüber, und während der oligocaenen Überschwemmung des extra-alpinen Mitteleuropas vollzieht sich die endgültige Emersion der Alpen.

7. Emersion des Flysch.

Der obere Flysch ist die jüngste alpine Ablagerung, die wir kennen. Warum finden wir nichts jüngeres? Nehmen wir mit *Renevier* an, dass auf die Ablagerung des Flyschs die „Emersion définitive" erfolgte, so müssen wir aber fragen: Konnte die gehobene Flysch-Festlandmasse denudiert werden, ohne dass irgendwo terrestrische, jüngere Bildungen stehen blieben? Wir kennen noch keine solchen, aber vielleicht findet man sie noch. An alle jene Stellen ist zu denken, wo der Flysch von Überschiebungsmassen bedeckt und dadurch vor freiem späterem Abtrag bewahrt wurde. Insbesondere wäre es denkbar, solche terrestrische Ablagerungsreste auf dem autochthonen Flysch des Aarmassivs zu finden. Darum ist eine genaue Beobachtung der Überschiebungskontakte auch stratigraphisch von grösster Wichtigkeit. Da im Vergleich zur ganzen ursprünglichen Flysch-Oberfläche die heute noch vor Denudation der oberen Flyschgrenze geschützten Stellen nur einen verschwindenden Bruchteil ausmachen, so wäre es zwar fast ein Zufall, wenn noch Reste von terrestrischen posteocaenen Ablagerungen auf Flysch getroffen würden.

Einen Hinweis der Emersion der Flyschzone zur Zeit des Miocaen gibt uns die Zusammensetzung der subalpinen Molasse. Ich fand im Gebiet von Weesen Ölquarzite, sowie an einer Stelle schwarmweise im Molassemergel der alpinen Kontaktzone eingelagerte Nummulitenkalkgerölle von genau gleicher Facies und Fauna wie diejenigen im angrenzenden helvetischen Flysch. Aber ich fand kein einziges unzweideutiges Gerölle helvetischer Facies älter als Flysch. Auch wenn ich keineswegs die massenhaften sog. Flyschkalk-Gerölle als aus der angrenzenden helvetischen Facies stammend anerkennen kann, so deuten doch die vorher genannten Gerölle auf eine partielle, miocaene Denudation des Flyschmantels (ohne Abtragung bis auf das Mesozoikum hinab). Dem entspricht auch, dass noch

niemals in den Schweizeralpen ein Abtrag des helvetischen Mesozoikums vor der Faltung der subalpinen Molasse und nach Ablagerung des Flyschs konstatiert wurde.

Für die Frage der Denudation vor der Decken-Überschiebung wäre wichtig die Feststellung alter Erosionsflächen auf Flysch. Mit Recht weist neuestens *A. Buxtorf*[1]) darauf hin, dass im Schlierengebiet gerade da keine Klippen auf dem Flysch aufgesetzt sind, wo noch der obere Flysch in seiner ganzen Mächtigkeit erhalten ist (Obwalden), während umgekehrt an anderen davon wenig entfernten Orten die Klippen direkt auf ältere helvetische Schichten aufgeschoben sind. In der Tat scheint die Annahme ausgeschlossen zu sein, dass die Decken der Klippen im südlichen Teil der Giswylerstöcke (Mandli) den 2000 m mächtigen Flysch, wie er in ungeheurer Ausdehnung unmittelbar nördlich folgt, tektonisch weggeschürft hätten. Ebenso ist die von *Buxtorf* mit Beisatz eines Fragezeichens gezeichnete „Alte Erosionsfläche" an der unteren Überschiebungsgrenze der Axendecke[2]) ernsthaft in Erwägung zu ziehen.

8. Orogenetische Bewegungen vom Eocaen bis zur Gegenwart.

Ohne auf weitere, der Flyschfrage ferner stehende Einzelheiten einzugehen, will ich zum Schlusse kurz die Reihenfolge der Ereignisse klarlegen, so wie ich mir sie vorstelle.

In bezug auf die Punkte 6—9 des folgenden Versuches einer Analyse der schweizerisch-alpinen Bewegungen in der Tertiärzeit verweise ich auf meine frühere Arbeit über den Alpenrand[3]), deren Resultate neuerdings durch die zitierten Arbeiten von *A. Buxtorf* bestätigt und erweitert worden sind.

[1]) *A. Buxtorf:* Zur Tektonik der zentralschweizerischen Kalkalpen. Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges., Bd. 60, 1908, Anmerkung p. 185.

[2]) *A. Buxtorf:* In Führer zu d. Exk. d. Deutsch. geol. G. August 1907, Fig. 28, pag. 35.

[3]) *Arnold Heim:* Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1906, pag. 441—461.

Vorgang	Zeit	Epoche
1. Festlandzeit, Entstehung der siderolitischen Bildungen, Bohnerz	Älteres Eocaen	Eocaen
2. Transmersion und Ablagerung der Bürgenschichten .	Mittleres Lutétien	Eocaen
3. Geosynclinale Senkung, Ablagerung der oberen Pilatusschichten und des Flyschs	Jüngeres Lutétien (bis Ende Eocaen?)	Eocaen
4. Füllung und Trockenlegung des Flyschgebietes durch leichte geanticlinale Hebung in dessen südlichem Teil	Älteres Oligocaen	Oligocaen
5. Beginn der Molasseanschwemmungen durch Ströme aus autochthonen, wenig hohen südlichen Gebirgszügen der „vindelicischen“, ostalpinen und südalpinen Facieszone	Jüngeres Oligocaen (Aquitanien)	Oligocaen
6. Regionale Haupt-Anschwemmung der Molasse u. Nagelfluh unter dem die Erosion beschleunigenden Einfluss starker geosynclinaler Senkung (1000—4000 m) der ausseralpinen Zone (schweizerisches Mittelland), teilweise Meerbedeckung des Mittellandes. Abtrag bis auf den krystallinen Kern des hypothetischen südlichen Gebirgszuges, Abtrag der jüngeren Sedimente auf dem Bündnerschiefer; teilweise Erosion des helvetischen Flysches	Älteres und mittleres Miocaen	Miocaen
7. Aufstauung der subalpinen Molasse zum Nagelfluhgebirge	Jüngeres Miocaen (Sarmatien)	Miocaen
8. Erosion des Nagelfluhgebirges unter totaler Veränderung des Erosionssystems. Faltung und Beginn der Deckenbildung in den südlicheren Zonen; teilweise weitere Denudation des südlicheren Flyschgebietes . . .	Ende Miocaen (Pontien?)	Miocaen
9. Ausbildung der alpinen Überfaltungsdecken unter dem begünstigenden Einfluss der Senkung der autochthonen Flyschzone nördlich des jetzigen Aarmassivs; Brandung der helvetischen Decken am Nagelfluhgebirge bei weiterer Denudation des Flyschs der Decken. Faltung des Juragebirges. — Ende der Überschiebung der Klippen — (posthume Bewegung der helvetischen Decken?) . .	Jüngstes Miocaen? bis älteres Pliocaen	Pliocaen
10. Haupt-Flusserosion; am Alpenrand abermals totale Ablenkung der Erosionswege, Grundplan der gegenwärtigen Orographie. Erster Austritt der Gletscher aus den Alpen — Deckenschotter	Jüngeres Pliocaen	Pliocaen
11. Jüngere Vergletscherungen und interglaciale Erosion, Accumulation und Wiedervertiefung der Täler; Flussablenkungen	Plistocaen	

Zweiter Teil.

Paläontologie, Biologie und Stratigraphie der schweizerischen Nummulitidea.

Dieser Abschnitt soll keine Monographie der Nummuliten sein, sondern nur eine Übersicht über die Arten der schweizerischen Nummulitenbildungen geben und den Alpengeologen die schwierige Bestimmung der Nummulitideen erleichtern.

Spezieller Teil.

Systematische Übersicht.

In dem neuen Zoologiewerk von *Lankester*[1]) wird eine Ordnung der Nummulitidea aufgestellt und diese in die drei Familien geteilt:

Order Nummulitidea { Fusulinidae, Polystomellidae, Nummulitidae

Die Gattung Orbitoides wird zur Familie der Nummulitidae gestellt. Die Arbeiten von *Gümbel*, *Schlumberger*[2]), *Lemoine* und *R. Douvillé*[3]) haben gezeigt, dass die frühere Gattung Orbitoides mit aller Schärfe in mehrere grosse Gattungen zerlegt werden muss. Auch die grossen Unterschiede gegenüber den Nummuliten mögen rechtfertigen, wenn im folgenden eine Familie der Orbitoididae den Nummulitidae nicht unter-, sondern zur Seite gestellt wird.

[1]) *E. Ray Lankester:* A Treatise on Zoology, Part I, London 1903, pag. 146.

[2]) *Schlumberger:* Notes sur les Orbitoides. B. S. G. Fr. 1901 p. 459; 1902 p. 255; 1903 p. 273; 1904 p. 119.

[3]) *P. Lemoine et R. Douvillé:* Sur le genre Lepidocyclina Gümb., Mém. Soc. G. Fr. 32, 1904.

Für die schweizerischen Nummulitenbildungen kommen vor allem die folgenden Familien und Gattungen in Betracht:

I. Familie **Nummulitidae.**

Unter-Familie **Nummulitinae.** *Kammern einfach; Aufrollung in Spirale:*	Unter-Familie **Heteroclypeinae**[1]) *Kammern geteilt; zur cyclischen Aufrollung übergehend:*
Genus (Archaediscus Brady)	
„ **Operculina** d'Orbigny	
„ **Assilina** d'Orbigny	**Heterostegina** s. str. d'Orbigny
„ Pellatispira Boussac	
„ **Nummulina** Lamarck	Spiroclypeus H. Douvillé
„ Amphistegina[2]) d'Orbigny	
	Heteroclypeus Schubert
	Cycloclypeus[3]) Carpenter

II. Familie **Orbitoididae**[4]).

1. Genus Orbitoides (s. str.) d'Orbigny . . (Kreide)
2. „ **Orthophragmina** Munier-Chalmas . (Eocaen)
   Subgenus **Discocyclina** Gümbel
   „ **Rhipidocyclina** „
   „ **Asterocyclina** Gümbel
   „ **Actinocyclina** „
   „ **Nodocyclina** n.
3. „ Lepidocyclina Gümbel . . . (Aquitanien)
4. „ Miogypsina Sacco . . . . (Burdigalien)

Die in den schweizerischen Nummulitenbildungen bekannten Genera sind **fett** gedruckt.

Ausser diesen Gattungen sind aus den Schweizeralpen noch bekannt:

[1]) *R. J. Schubert:* Heteroclypeus, eine Übergangsform zwischen Heterostegina und Cycloclypeus. Centralbl. f. Min., G. P. 1906 P. 640—641.

[2]) *Kaufmann* hat 1867 (Pilatus, Beitr. z. g. K. d. Schw.) die neue Art Amphistegina semicostata K. beschrieben, die Gattung Amphistegina aber 1886 (Beiträge Lfg. 24 p. 585) in Nummulina umgewandelt. Seine Gattung Hemistegina 1867, die in *de la Harpe* 1883 wieder abgebildet wird, erklärt er 1886 als Pulvinulina.

[3]) *Brady* (Foraminifera der Challenger-Expedition) stellt Orbitoides und Cycloclypeus in die Unter-Familie „Cycloclypeinae".

[4]) Vielleicht wäre es richtiger, diese als Unter-Familie Orbitoidinae zu betrachten.

Alveolina aus dem Roteisenkalk von Lowerz (p. 103) und **Orbitolites complanata** Lam., letztere Art von *H. Douvillé* in der Sammlung Bern gefunden [1]).

I. Familie Nummulitidae.

Bei den Nummuliten [2]) wurde im vorigen Jahrhundert eine doppelte Benennung jeder Art gegeben, indem die megasphärische und die microsphärische Generation als zwei getrennte, einander begleitende Spezies betrachtet wurden. In neuerer Zeit ist die kleine, megasphärische Generation durch Zusatz von A., die grosse microsphärische durch B.[3]) bezeichnet worden. Welcher der beiden Namen ausgeschaltet werden soll, ist noch nicht geregelt. Ich habe deshalb im speziellen Teil die alten doppelten Namen gebraucht und erachte es namentlich für biologische Fragen von grösster Wichtigkeit, das Auftreten der beiden Generationen getrennt zu beobachten. Die Zusammengehörigkeit je zweier Speziesnamen kann dem hier folgenden paläontologischen Teil entnommen werden.

Genus *Nummulina* Lamarck (Nummulites)

(= Camerina Bruguière)

Protoplasma und Schale im Querschnitt vollständig oder grösstenteils umfassend.

I. Sektion: Leisten einfach, Oberfläche nicht granuliert.

1 B. Nummulina complanata Lamarck.

Taf. VI, Fig. 21, 25, 26

(= Nummulina mille-caput *Boubée.*) [4])

D'Archiac et *Haime*, Monogr. d. Nummulites. Paris 1853, p. 87, pl. I, f. 1—3.

Von dieser, für die Schweizeralpen überaus wichtigen und massenhaft vorkommenden Art glaube ich drei Varietäten und eine Mutation in französischem Sinne (oder Faciesvarietät?) unterscheiden zu können, nämlich:

[1]) *H. Douvillé:* B. S. G. F. 1903, p. 198. Sammlungs-Etikette = Lerau, Thunersee.

[2]) Ich halte es für zweckmässig, die Gattung mit Nummulina (entspr. Assilina) zu bezeichnen, hingegen unter Nummuliten (Nummulites) im Sinne von *d'Archiac* die Gattungen Assilina und Nummulina zusammenzufassen.

[3]) Leider wird in der Literatur allgemein die kleine, megasphärische Generation mit A (statt mit B) bezeichnet, woran ich mich anschliessen muss, um Konfusionen zu vermeiden. Und doch ist trotz der meist geringeren Häufigkeit die microsphärische Generation zur Artbestimmung die viel wichtigere.

[4]) Nach französischen Autoren sollte N. complanata durch die missliche Bezeichnung N. mille-caput *Boubée* ersetzt werden. So lange mir dies nicht unvermeidlich erscheint, behalte ich „complanata" bei und gebrauche diesen Speciesnamen im Sinne der Monographie *d'Archiac's.*

α) Eine dem **Typus** *d'Archiac's* nahe stehende (bis identische) Form, bei der jedoch die mittlere Partie meist nicht wie der Typus *d'Arch.* (l. c. pl. I, f. 1a, 1b) angeschwollen (renflé), sondern die randliche Partie relativ dick und die zentrale Partie gelegentlich sogar etwas deprimiert ist. Rand meist abgerundet. Windungen sehr zahlreich (über 30).

Dimensionen: Grösster Nummulit nach Durchmesser und Volumen. Die grössten Exemplare fand ich am Kistenpass-Piz Dartjas, mit $90 \times 5{,}5$; 80×4; 70×6; 65×5 mm, an der unteren Nase $70 \times 7{,}5$ mm. Durchschnittliches Verhältnis von Dicke zu Durchmesser bei ausgewachsenen Exemplaren 1 : 15; (1 : 10 — 1 : 20). Grösste Exemplare (Kistenpass) = 90 mm Durchmesser.

Schichthöhe: Ausschliesslich in den Bürgenschichten und zwar maximale Entfaltung in den Complanatakalken der oberen Bürgenschichten; in den unteren Bürgenschichten vereinzelt.

Lokalitäten: Besonders typisch am Kistenpass (4—5 im Profil p. 16), sodann an der Wageten (c auf p. 66); Ober-Baumgarten und Clariden bei Linthtal; am Vierwaldstättersee, Sisikon (3 — 4 in Fig. 7 auf p. 51) und Bürgenstock (Nr. 7 auf p. 49).

β. Var. **Dufrenoyi** d'Arch. et H. sp.

D'Archiac et *Haime*, Monogr. d. Numm., p. 89, pl. I, f. 4.

Ganz übereinstimmend mit *Kaufmann*[1]) und *Reis*[2]), aber entgegen *H. Douvillé*[3]) betrachte ich die von *d'Archiac* in seiner Monographie aufgestellte Species Dufrenoyi höchstens als vom Range einer Varietät der N. complanata. Oberfläche glatt, wellig, scharfer Rand, im Querschnitt spitzbogenförmig.

Dimensionen: Kleiner und schmäler als Typus 1, bis 60 mm Durchmesser auf 3 — 4 mm Dicke. Verhältnis 1 : 15 — 1 : 20.

Schichthöhe: Sehr verbreitet in den Bürgenschichten der östlichen und zentralen Schweizeralpen, besonders in den Complanataschichten des Pilatus, Kistenpass usw.; auch in den Glauconitkalken der unteren Bürgenschichten in der Bürgen- und Mürtschenfacies. Ausnahmsweise auch 1000—2000 m höher im Flysch, z. B. bei Ragaz. (Medianschnitt auf Taf. VI, Fig. 21.)

---

[1]) *F. J. Kaufmann:* Rigi. Beitr. zur geol. K. d. Schweiz. Lfg. 11, 1872 Anmerkung pag. 169.

[2]) *O. Reis:* Erläuterungen etc. Kressenberg. Geogn. Jahresh. Kgl. bayr. Oberbergamt München, 1896. Anmerkg. pag. 24—25, 136.

[3]) *H. Douvillé:* Les Ralligstöcke etc. B. S. G. F. 1903. Anmerkg. pag. 195.

Lokalitäten: Flifalte bei Weesen, Seewen, Sisikon, Bürgenstock, Kistenpass, Pilatus, Ragaz; Morgenberghorn-Dreispitz[1]) (Adelholzenerschichten in Bayern[2]).

γ) Var. **tenuissima** n. (vide *d'Arch.* et *H.*, Monogr. pl. I, f. 3).

Von dieser seltenen, im Querschnitt ausserordentlich schmalen, langen Varietät habe ich erst wenige Exemplare gefunden.

Dimensionen: $90 \times 4{,}5$; $77 \times 2{,}5$; 75×3; 70×3 mm. Verhältnis von Dicke zu Durchmesser = 1 : 20 — 1 : 30.

Schichthöhe: Nur in den Bürgenschichten und zwar nur aus dem „Assilinengrünsand" und Glauconitkalk des unteren Teiles derselben bekannt.

Lokalitäten: Flifalte bei Weesen, Seewen, Kistenpass.

δ) Var. **minor** n. (Taf. VI, Fig. 25, 26).

Diese Varietät kenne ich zum Unterschied der vorigen fast nur aus rein zoogenen Nummulitenkalken von neritischem Charakter. Sie ist relativ klein, meist 25 — 30 mm Durchmesser, relativ dick, mit wenig Umgängen (bei ausgewachsenen 10 — 26), und nähert sich einer schmalen N. distans; Rand rund. Abgesehen von der geringen Grösse und dem besonderen biolithologischen Charakter scheinen aber alle typischen Merkmale der N. complanata vorhanden zu sein. Sie ist auf dem Querschnitt leicht von der meist dickeren N. distans dadurch zu unterscheiden, dass im zentralen Teil die äusseren Schichten ausserordentlich dünn sind, oder z. T. ganz ausfallen.

Kaufmann hat schon vor mehr als 30 Jahren N. complanata im Flysch erkannt.

Dimensionen:

Durchmesser	Dicke	Verhältnis	Windungen mindestens	Lokalitäten
20	2,6	1 : 8	9	Stockfluh-Iberg
23	3,6		13	Spiringen-Uri
25	3,2	1 : 8	13	Lisighaus-Wildhaus
25	3	1 : 8	15	„
27	3,4	1 : 8	13	Stockfluh-Iberg
28	3,2	1 : 9	15	Lisighaus-Wildhaus
28	3,5	1 : 8	20	„
34	3,3	1 : 10	19	„
35	2,5	1 : 14	18	Steinbach-Einsiedeln
42	4	1 : 10	26	„
29	32	1 : 9	16	

[1]) Ein Exemplar von N. complanata aus den Pilatusschichten des Dreispitz (Drusbergdecke) südlich des Thunersees, in der Sammlung des Herrn Dr. *Gerber* im Museum Bern gesehen.

[2]) Die zahlreichen und tadellos erhaltenen, frei liegenden Exemplare der Adelholzenerschichten (neben Ass. exponens), die ich bei Siegsdorf sammelte (= Bürgenschichten), stimmen auffallend mit der Speciescharakteristik der N. Dufrenoyi *d'Archiac's* überein. Auch erwähnt *d'Archiac* diese Form von Adelholzen. Andererseits sind jene von Bayern wieder die gleichen wie in der Schweiz.

Die grösste N. complanata, die ich bisher im Flysch fand, misst 52 × 4 mm und stammt von Flühli-Melchaa (vgl. p. 100 oben), d. h. aus den tiefsten Nummulitenkalken im Flysch. Im höheren Niveau (Einsiedeln) erreicht sie selten eine ähnliche Grösse.

Schichthöhe: Mit Ausnahme der Stockfluh nur aus dem Flysch, und zwar den Einsiedlerschichten bekannt.

Lokalitäten: Besonders typisch in Wildhaus-Lisighaus (Säntisdecke); Ragaz (autochthon); Einsiedeln-Steinbach, hier auch in der Phosphoritschicht (Säntisdecke), Stockfluh-Iberg (Drusbergdecke); Spiringen-Uri pag. 86—87 (autochthon); ferner gehören wahrscheinlich auch hierher die in den Werken von *Kaufmann* erwähnten zahlreichen Fundstellen im Flysch der Zentralschweiz bis zum Thunersee.

ε) **N. cf. complanata** oder sp. nov.? Taf. VI, Fig. 27, 28 links. Bei Einsiedeln-Kalch und bei Spiringen, d. h. in den Einsiedler Flyschschichten fielen mir wiederholt Querschnitte von Nummuliten auf, die weder mit N. irregularis noch N. distans oder N. complanata übereinstimmen, unter denen aber sich solche befinden, die der N. complanata var. minor am nächsten zu stehen scheinen. Aus den harten Kalken konnte ich keine Exemplare freigewinnen. Taf. VI, Fig. 27 zeigt eine der N. complanata var. minor nahestehende Form, während der Querschnitt in Fig. 28 links vielleicht einer neuen Art angehört.

Gesamtverbreitung der N. complanata.

Das Hauptlager bilden die Complanataschichten s. str., d. h. die oberen Bürgenschichten der Bürgenfacies und Pilatusfacies. Hier tritt diese Art zu tausenden auf, namentlich in den braun angewitterten schwach glauconitischen, zum Teil grobsandigen Kalklagen. Sie stellt sich aber auch schon in den unteren Bürgenschichten, d. h. dem tiefsten Nummulitenniveau der Schweizeralpen ein und reicht bis in den Einsiedler Flysch hinauf, wo sie jedoch an Grösse abnimmt. Die Varietäten Dufrenoyi und tenuissima können nicht von der eigentlichen N. complanata abgetrennt werden, da diese vielfach in den gleichen Schichten nebeneinander liegen und morphologisch untrennbar zu einer Art verbunden sind.

Begleiter[1]) der Formen β und γ aus den Bürgenschichten: Assilina exponens (z. T.), Orthophragmina discus, Nummulina uroniensis. Die Form α in der

[1]) Darunter soll jeweilen nicht die zugehörige megasphärische Generation aufgeführt werden, die sowieso die microsphärische begleitet, sondern nur die Vergesellschaftung der microsphärischen Generationen mit denen anderer Arten notiert werden.

eigentlichen Complanatabank steht oft für sich oder neben N. uroniensis. Neben var. minor im Flysch kommen vor Assilina exponens, A. granulosa, Nummulina Murchisoni, N. atacica, N. gallensis, Orthophragmina discus var. granulatocrassa, O. Archiaci etc.

Biolithologischer Charakter: Die beiden Formen α und β bevorzugen schwach glauconitische bis glauconitfreie, neritische Kalke, ohne grobsandige Beimengung zu fliehen. Nur vereinzelt oder gar nicht mehr sind sie in den bathyalen, stark glauconitischen Kalken und Grünsanden zu finden. Umgekehrt kenne ich bis jetzt die var. tenuissima nur aus jenen bathyalen bis hyponeritischen Bildungen, neben vereinzelten Formen α und β. Var. minor ist auf zoogenneritische Kalke (z. T. mit Lithothamnien) beschränkt. Im ganzen ist die Art hemi-euryopisch.

1 A. Nummulina helvetica Kaufmann.

Kaufmann: Pilatus, Beitr. z. geol. K. d. Schweiz. Lfg. 5, 1867, pag. 145 Taf. VIII, Fig. 1—12.
(= Nummulina Tchihatcheffi auct.)

Nach *de la Harpe* [1]) ist N. helvetica Kaufm. synonym mit N. Tchihatcheffi d'Arch. Nach neuester Mitteilung von *H. Douvillé* [2]) aber ist der Typus der N. Tchihatcheffi d'Arch. nicht die megasphärische Begleitform von N. complanata, sondern von N. distans Desh. Damit würde neuerdings *Kaufmann* wieder Recht erhalten, indem er seine N. helvetica als spezifisch verschieden von N. Tchihatcheffi betrachtete. An Stelle des Namens N. Tchihatcheffi muss N. helvetica Kaufm. gesetzt werden.

α) Die megasphärische Generation der N. complanata **Form** α.

Runder Rand, relativ dick, meist 4—6 Windungen; Zentralkammer eine relativ grosse, meist etwas würfelförmig gedrückte Kugel von durchschnittlich 1,0 bis 1,6 mm Durchmesser (= gutes Erkennungsmerkmal). Diese Form scheint zwischen N. Tchihatcheffi d'Arch. et H. und N. helvetica Kaufm. zu liegen; sie ist relativ dünner als N. Tchihatcheffi, aber dicker und randlich mehr gerundet als N. helvetica Typ.

[1]) *De la Harpe:* Descr. des fos..... de Biarritz. B. S. de Borda, à Dax. 1881, sep. pag. 5.
[2]) *H. Douvillé:* Compte-Rendu sommaire d. Séances Soc. G. Fr. 18. V. 1908, pag. 94—95.

Dimensionen: 6×2; $5 \times 1{,}8$; $4{,}5 \times 2$; 4×2; $4 \times 1{,}9$; $3{,}5 \times 2$ etc. Verhältnis durchschnittlich 1 : 2,5; bei ausgewachsenen Exemplaren kleiner werdend (1 : 1,7 — 1 : 3).

Schichthöhe: Neben N. complanata (Typus α) in den oberen Bürgenschichten, zu tausenden, noch viel zahlreicher als N. complanata.

Lokalitäten: Kistenpass, Wageten, Sisikon, Bürgenstock, Pilatus etc.

β) Typus **helvetica** Kaufm.

F. J. Kaufmann, Beiträge Lfg. 5, 1867, pag. 145, Taf. VIII, f. 1—12.

Unterscheidet sich von Form α durch schärferen Rand und geringere Dicke; Verhältnis 1 : 2,5 — 1 : 4,5. Windungen 5—9 nach *Kaufmann.* Während das grösste von mir gefundene Exemplar von Form α einen Durchmesser von 7 mm aufweist, gibt *Kaufmann* Grössen bis $9\,^3/_4$ mm an. Es ist die megasphärische Generation von N. complanata var. Dufrenoyi.

γ) Die megasphärische Generation der var. tenuissima kenne ich noch nicht.

δ) Var. **minor** n.

Diese megasphärische Begleitform von N. complanata var. minor konstatierte ich bis jetzt nur bei Wildhaus-Lisighaus, im zoogenen Kalk des Flyschs.

Dimensionen in mm:

Durchmesser	Dicke	Verhältnis	Windungen	Durchm. der Zentralkammer
3	1	1 : 3	3	0,5
4	1,1	1 : 3,6	3	0,6
4,2	1,3	1 : 3,2	4	0,6

Der Rand scheint meist ziemlich scharf, Dicke und Zentralkammer relativ gering zu sein. Im ganzen ist wie bei der microsphärischen Begleitform bezeichnend die relativ geringe Grösse und geringe Zahl der Windungen.

2 B. Nummulina distans Deshayes.

Taf. VI, Fig. 29.

D'Archiac et *Haime,* Monogr. d. Num., p. 91, pl. II, f. 1—5 (non. 4).

Von dieser Species glaubte *de la Harpe,* dass sie in der Schweiz selten sei. Doch ist sie im Flysch ausserordentlich verbreitet und eine der wichtigsten Arten.

Ich zögere umso weniger mit dieser Bestimmung, als *d'Archiac* selbst in seiner Monographie pag. 93 diese Species von Schwendberg und Gross bei Einsiedeln zitiert.

Dimensionen: 28 × 9 (Ragaz); 25,5 × 7 (Flibach); 25 × 11; 24 × 9; 22 × 6; 20 × 7; 17 × 3,5; 16 × 5,5 mm bei 10—20 Windungen. Verhältnis von Dicke zum Durchmesser sehr variabel; 1 : 2,3 bis 1 : 5, meist 1 : 3 bis 1 : 4. Grösstes Exemplar = 29 mm Durchmesser (Ragaz).

Schichthöhe: Nur im Flysch, und zwar in den Einsiedlerschichten; sehr verbreitet in den östlichen und zentralen Schweizeralpen.

Lokalitäten: Flibach-Gufler, Eckstein, Renzletenbach, Reservoir; Wildhaus-Lisighaus; Elm-Kärpfgruppe, Kühbodenalp, Bischofalp (im Wildflysch, vergl. pag. 77); Spiringen (pag. 87); Einsiedeln-Kalch (pag. 111); Iberg-Niedlau, Gschwend etc. Weitere Fundstellen aus der Zentralschweiz sind in den zitierten Werken *Kaufmann's* genannt.

Mayer-Eymar (Einsiedeln, Beiträge Lfg. 14, pag. 70) machte von der var. minor d'Arch. et H. pl. II, f. 4—5, die von *Kaufmann* zum Teil und von *O. Reis* aufgenommene neue Species Nummulina Kaufmanni May., ohne Beschreibung. In der Tat ist unsere N. distans der Schweiz stets kleiner und meist relativ dicker als der Typus *d'Archiac's*, der 38 mm Durchmesser auf bloss 5 mm Dicke erreichen soll. Die inneren Charaktere stimmen aber so gut mit dem Typus überein, dass ich glaube, von dieser Benennung absehen zu dürfen. Am Flibach beim „Reservoir" ist die N. distans in besonders kleiner und relativ dünner Varietät vorhanden, mit Dicke von 3 mm und Durchmesser unter 20 mm. Man könnte diese als Var. **minor** bezeichnen.

Begleiter: Nummulina distans kommt in der Regel nicht mit N. complanata zusammen vor, und geht auch den granulierten Nummulinen (N. gallensis) aus dem Wege. (Die ausgewachsenen Exemplare sind meist von Parasiten durchlöchert.) Hauptbegleiter sind Assilina granulosa var. minor, Nummulina irregularis, (N. Murchisoni, N. atacica), Orthophragmina Archiaci, O. Pratti, O. sella, O. dispansa etc.

Biolithologischer Charakter: In zoogenen, neritischen Kalken und Lithothamnienkalk, selten in hyponeritischen Glauconitkalken (Flibach-Eckstein) — stenopisch, stenobath.

2 A. Nummulina Tchihatcheffi d'Archiac.

D'Archiac et *H.*, Monogr. d. Numm., p. 98, pl. I, f. 9.

Die megasphärische Form von Nummulina distans scheint nicht häufig oder dann zu schwer erkennbar zu sein. Ich glaube sie am Flibach-„Reservoir“ und „Eckstein“ erkannt zu haben. Sie scheint den Abbildungen *d'Archiac's* nahe zu stehen, ist jedoch kleiner als die typische N. Tchihatcheffi. *De la Harpe* [1]) hat in der Tat vom Flibach mit dem Zusatz „Bestimmung etwas zweifelhaft“ N. Tchihatcheffi d'Arch. bestimmt. In jenen Nummulitenbildungen kommt aber keine N. complanata, wohl aber sehr häufig N. distans vor.[2])

Ohne sich darüber bestimmt auszusprechen, scheint *Kaufmann* bereits die N. Tchihatcheffi als megasphärische Generation von N. distans und nicht von N. complanata aufgefasst zu haben; denn in seinen Listen zitiert er stets N. Tchihatcheffi neben N. distans, aus Lagern, in denen N. complanata-helvetica fehlen.

Lokalitäten: Flibach-Reservoir, Eckstein; Kühbodenalp und Bischofalp in der Kärpfgruppe (Wildflysch) wohl allgemein neben Nummulina distans, doch sonst noch nicht sicher festgestellt.

3 B. Nummulina irregularis Deshayes.

Taf. VI, Fig. 28 rechts.

D'Archiac et *H.*, Monogr. d. Numm., p. 138, pl. VIII, f. 16—19.
De la Harpe, Numm. de la Suisse, p. 154—158, pl. IV, f. 16—34, V f. 1—2.

Während nach *d'Archiac* der Rand scharf ist, spricht *de la Harpe* von „bord arrondi“. Die zahlreichen, in den Spezialprofilen als N. irregularis genannten Nummuliten stimmen genau überein mit der Beschreibung *de la Harpe's* mit rundem Rand; auch hat er solche vom Flibach bei Weesen (Flysch) pl. IV, f. 17—18 abgebildet. Die Unterscheidung von N. distans var. minor einerseits und N. Murchisoni andererseits bietet in der Regel keine Schwierigkeiten, auch wenn diese beisammen vorkommen.

α) **Typus** Desh., mit 15—17 mm Durchmesser, 5—8 (nicht 10—12) Windungen, ist sehr häufig in den östlichen Schweizeralpen.

[1]) Bestimmung *de la Harpe's* in *Mösch,* Beiträge z. geol. K. d. Schweiz, Lfg. 14, 1881, p. 68.
[2]) In der Original-Sammlung *de la Harpe's* in Lausanne scheinen unter „N. Tchihatcheffi“ die megasphärischen Generationen von N. complanata und N. distans gemischt zu sein.

β) Var. **formosa** de la H. (Taf. VI, Fig. 28 rechts). Als grösste Varietät gibt *de la Harpe* einen Durchmesser von 30 mm an. Diese grosse Varietät ist häufig neben dem Typus vorhanden und von diesem nicht zu trennen. Das grösste Exemplar fanden Herr *Boussac* und ich an der Hagelfluh bei Eutal (vergl. pag. 107) mit 35 mm Durchmesser auf 2 mm Dicke!; auch bei Einsiedeln-Kalch und Spiringen Exemplare von über 30 mm und mit bis 10 Windungen.

Die übrigen Varietäten *de la Harpe's*, var. Pratti, regulata und depressa habe ich bisher nicht feststellen können. Da die beiden Varietäten oder besser Variationen α und β nebeneinander zu finden sind, können sie im folgenden zusammengefasst werden.

Schichthöhe: Mit Ausnahme der Stockfluh nur im Flysch, den Einsiedlerschichten bekannt; häufig.

Lokalitäten: Flibach-Weesen; Ragaz; Einsiedeln-Kalch, Hagelfluh; autochthoner Wildflysch von Kühbodenalp, Kärpfgruppe; Spiringen; Thoregg-Flühli nach *Kaufmann*. Stockfluh bei Iberg. Weitere, von mir nicht revidierte Lokalitäten in *de la Harpe*, l. c. p. 158.

Begleiter: Nummulina distans, Murchisoni, (atacica); Assilina granulosa var. minor; Orthophragmina Archiaci, dispansa, sella etc.

Biolithologischer Charakter: In zoogenen Kalken und Lithothamnienkalk (Ragaz), neritisch. Im Glauconitkalk (hyponeritisch?) vom Flibach-Eckstein selten, im allgemeinen Glauconit fliehend.

3 A. Nummulina subirregularis de la Harpe.

De la Harpe, Numm. de la Suisse, p. 158, pl. V, f. 3—14.

Vom Reservoir am Flibach bei Weesen bekannt; neben der microsphärischen Generation, aber unauffällig und nicht immer leicht von N. Heeri zu unterscheiden.

4 B. Nummulina Murchisoni Brunner.

Taf. VI, Fig. 22—23.

Rütimeyer, Schweizer. Nummulitenterrain. Denkschr. d. schweizer. nat. G., Bern 1850, p. 96, Tab. IV, f. 52—55.

D'Archiac et *Haime,* Monogr. d. Numm., p. 138, pl. VIII, f. 20—24.

De la Harpe, Numm. de la Suisse, p. 150, pl. IV, f. 3—8.

Entsprechend *de la Harpe* können auch in den Schweizeralpen leicht unterschieden werden:

α) Var. **major** de la H. Mit 20 mm und mehr Durchmesser bei 4—6 Umgängen. Die grössten von mir gefundenen Exemplare haben 30 mm Durchmesser bei 2 mm Dicke (Kalch bei Einsiedeln).

Schichthöhe: Mit Ausnahme von Iberg-Stockfluh nur im unteren Flysch, Einsiedlerschichten.

Lokalitäten: Grösste Form besonders Einsiedeln-Kalch, Steinbach, Hagelfluh; Uri-Spiringen; Ragaz; Alp Trosgi im Sernftal; Kühbodenalp in der Kärpfgruppe, im autochthonen Wildflysch.

Biolithologischer Charakter der var. major: In organogenen, neritischen Kalken, starken Glauconitgehalt fliehend. Verträgt nur schwache Sandbeimengung. — stenopisch, stenobath.

β) Var. **minor** de la H. Im Querschnitt schmal, Durchmesser 9—14 mm (siehe *de la Harpe* l. c.)

Schichthöhe: Pilatusschichten und Einsiedlerschichten[1].

Lokalitäten: Aus den Pilatusschichten von Schlossberg-Engelberg (= N. Heeri p. 21); Sigriswylergrat (15 in Fig. 4, p. 33); Diablerets nach *Renevier*; Iberg-Fidersberg (p. 57—58).

Aus dem Flysch (Wildflysch) von Wildhaus-Wildburg und Lisighaus; Amden-Lochalp; Flibach-Reservoir etc.

Biolithologischer Charakter der var. minor: Diese scheint (ähnlich wie var. major) auf neritische Facies beschränkt zu sein. Sie bevorzugt Lithothamnienkalk, weicht aber auch nicht vor mässigen Sandbeimengungen und scheint bis nahe an die Küste vorzudringen. Sie ist daher auch weiter verbreitet als die grössere Varietät — hemistenopisch, stenobath?.

4 A. Nummulina Heeri de la Harpe.

De la Harpe: Etude des Numm. de la Suisse, p. 152, pl. IV, f. 9—15.

Dieser kleine Nummulit ist vermutlich überall neben N. Murchisoni vorhanden, aber oft nicht leicht zu finden und zu erkennen. *De la Harpe* bildet ihn von Stöckweid bei Iberg ab. Ich habe ihn aus dem Flysch noch gefunden bei Einsiedeln-Kalch, ferner in den Pilatusschichten am Schlossberg und Sigris-

[1] Es ist wohl möglich, dass bei näherer Untersuchung geringfügige anatomische Unterschiede zwischen der Form aus den Pilatusschichten und derjenigen aus dem Flysch festgestellt werden könnten.

wylergrat. Am Fidersberg bei Iberg ist eine kleine megasphärische Art, von relativ sehr dickem Querschnitt mit 3—4 Umgängen und 2—3 mm Durchmesser massenhaft, neben weniger häufigen N. Murchisoni var. minor. Die meisten stimmen mit den Abbildungen *de la Harpe's* überein und können als N. Heeri var. minor bezeichnet werden. Einzelne Querschnitte sind rhombisch und erinnern an **N. Chavannesi** de la H., l. c. pl. VI, f. 35 (vgl. pag. 58).

Schichthöhe: siehe N. Murchisoni 4 B.

5 A. Nummulina Tournouëri de la Harpe.

De la Harpe: Etude des Numm. de la Suisse, p. 166—167, pl. VI, f. 12—21.

(Megasphärische Generation der **N. Bouillei** *de la Harpe*, Gruppe der N. Murchisoni.) Dieser Nummulit wird in *Renevier's* Werk nach Bestimmung von *de la Harpe* aus dem „Calcaire à Nummulites" (Pilatusschichten) der Diablerets erwähnt.

6 A. Nummulina Boucheri de la Harpe.

Taf. VI, Fig. 1—20, 24.

De la Harpe: Bull. Soc. de Borda IV, 1879 p. 10.
De la Harpe: Etude des Numm. de la Suisse, p. 166—167, pl. VI, f. 12—21.

Die zugehörige microsphärische Generation **N. vasca** Joly et Leymerie ist in der Schweiz noch nicht gefunden worden.

Diese kleine Art gehört nach *de la Harpe* in die Verwandtschaft der N. Murchisoni. Sie wurde bisher in den Schweizeralpen einzig aus dem „Calcaire à petites nummulites" der Diablerets in *Renevier*, nach Bestimmung von *de la Harpe* erwähnt[1].

Ich glaube nun diese in vielen Variationen im Lithothamnienkalk am Sigriswylergrat und den Ralligstöcken, d. h. in den oberen Pilatusschichten erkannt zu haben und rechne auch kleine Nummulinen aus den unteren Bürgenschichten vom Pilatus-Klimsenhorn und den oberen Bürgenschichten von Sisikon

[1]) In seinen „Nummulites de la Suisse etc." p. 178, schreibt *de la Harpe* hingegen: „En Suisse elle n' a pas encore été signalée, cependant nous croyons fermement qu'on la rencontrera un jour dans les couches à N. intermedia et Fichteli des environs d'Anzeindaz dans les Alpes vaudoises, et peutêtre dans les environs de Champéry en Valais." Die Bestimmung von N. Boucheri aus den „intermedia"-Schichten der Diablerets muss *de la Harpe* kurz vor seinem Tode vorgenommen haben.

zur gleichen Art. Ferner ist sie in der Wildhorn- und Bonvin-Decke der westlichen Schweizeralpen reichlich vertreten.[1])

α) Var. **incrassata** *de la Harpe.* (Taf. VI, Fig. 1, 2, 3, 16, 20).

Diese relativ dicke Varietät[2]) ist von *de la Harpe* gezeichnet worden, doch er starb, bevor er die dazu gehörige Beschreibung geschrieben hatte. So bin ich denn auch nicht ganz sicher, ob die Nummulinen, die ich in dieser Arbeit als N. Boucheri var. incrassata d. l. H. bezeichnet habe, wirklich genau der *de la Harpe'schen* Form entspricht und dies umsoweniger, als das grösste gezeichnete Exemplar *de la Harpe's* bloss 2,5 mm Durchmesser hat. Auch von der gleichnamigen Varietät der microsphärischen Generation sind nur die Zeichnungen gegeben.[3])

Bezeichnend sind für die Exemplare der Ralligstöcke und der Wildhorndecke die ziemlich dicken, radiär oder wirbelförmig angeordneten Leisten, mit ihren mehr oder weniger regelmässig spiral angeordneten knotenförmigen Verdickungen und gefranstem weissem Zentralpfeiler. Die Leistenverdickungen spielen mechanisch die Rolle der Pfeiler der granulierten Arten.

Dimensionen: 4,6 × 2, 3,7 × 1,7, 3,7 × 1,5 mm; Verhältnis von Dicke zu Durchmesser = 1 : 2,2 — 1 : 2,4.

β) Var. **falcifera** n. (Taf. VI, Fig. 4).

Ob dieses einzig gefundene kleine Exemplar der Ralligstöcke eine Varietät der Nummulina Boucheri oder eine neue Art ist, lässt sich ohne weiteres Material nicht sicher stellen. Es misst 3,4 × 1,5 m. Ausser den regelmässigen, an die Ammonitengattung Harpoceras erinnernden Leisten unterscheidet es sich noch von der gewöhnlichen N. Boucheri durch einen ausgesprochenen Nabelknopf und dünnen, scharf zugespitzten Rand.

γ) Var. **striatoides** n. (Taf. VI, Fig. 5, 6, 7, 8, 13, 15, 17).

Diese Form der Ralligstöcke und der Holzerfluh in der Wildhorndecke steht am nächsten der *de la Harpe'schen* var. incrassata, und könnte vielleicht mit dieser vereinigt werden. Form und Grösse sind die gleichen. Doch

---

[1]) Herr Prof. *Lugeon* hatte die Freundlichkeit, mir zahlreiche Handstücke seiner Sammlung zu zeigen, die in Menge die genau gleiche Art mit ihren Variationen wie an den Ralligstöcken enthalten.

[2]) Die „Varietäten“ der N. Boucheri der Ralligstöcke scheinen wenigstens teilweise durch Übergänge verbunden zu sein, so dass vielleicht besser nur von Formen (Forma) gesprochen würde.

[3]) In der Sammlung *de la Harpe* in Lausanne befindet sich keine Etikette mit var. „incrassata“, sondern var. „**Ramondiformis**“ von Priabona, mit Durchmesser von etwa 4 mm. Diese scheint allerdings unserer var. α in bezug auf die Leistenverdickungen nicht ganz zu entsprechen.

sind die Leisten viel feiner und täuschend ähnlich denen der N. striata. Ein Medianschnitt (Taf. VI, Fig. 13, 15) zeigt aber sogleich, dass die Kammerwände stärker rückwärts gebogen sind als bei N. striata. Zentralpfeiler schwach oder in einzelne Teilstücke aufgelöst.

Dimensionen: $4{,}_4 \times 2$; $4 \times 1{,}_8$; $4 \times 1{,}_7$. Verhältnis $1 : 2{,}_2 - 1 : 2{,}_3$.

δ) Var. **crassiradiata** n. (Taf. VI, Fig. 9, 10, 14, 19).

Dicke und relativ grosse Form, ausgezeichnet durch abnorm breite Leisten, die von dem kräftigen Zentralpfeiler ausstrahlen, sich verdicken und gegen den Rand wieder dünner werden. Ich konnte aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke nur drei Exemplare freigewinnen und war genötigt, dasjenige der Fig. 9 für die Herstellung des Dünnschliffes von Fig. 14 zu zerschleifen. Der Charakter der Spirale zeigt keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den Formen α, β, γ. Ich war überrascht, diese Varietät der Ralligstöcke in Handstücken von Lithothamnienkalk der Wildhorndecke wiederzufinden, die mir Herr Professor *Lugeon* demonstrierte.

Dimensionen: $5 \times 2{,}_7$; $4{,}_6 \times x$.

ε) Var. **tenuispira** de la H.

Als solche glaube ich die in Taf. VI, Fig. 12 abgebildeten kleinen Querschnitte aus dem Sandkalk der Mähre (12 in Textfigur 4, p. 33) ansprechen zu dürfen.

Dimensionen: $2{,}_5 \times 1{,}_1$; $2{,}_8 \times 1{,}_6$. Verhältnis $1 : 2{,}_3 - 1 : 1{,}_8$.

Schichthöhe der N. Boucheri.

In den unteren Bürgenschichten (Pilatus) selten; obere Bürgenschichten von Sisikon ziemlich häufig; Hauptverbreitung in den oberen Pilatusschichten; im Flysch unbekannt.

Lokalitäten: Diablerets; Sigriswylergrat-Ralligstöcke, alle Varietäten α—ε, in Lithothamnienkalk und Sandkalk; Beatenberg in Kalksandstein; Holzerfluh, Wildhorndecke, Varietäten α, γ, δ in Lithothamnienkalk; Plaine-morte, Bonvindecke, in grober Basis-Kalkbreccie, var. striatoides; Pilatus-Klimsenhorn (pag. 42; 2 in Fig. 5, pag. 41); Sisikon (3 in Fig. 7, pag. 51, 52).

Begleiter: Ausnahmsweise Nummulina complanata, uroniensis (in den Bürgenschichten), N. striata (?), Orthophragmina patellaris, radians etc.

Biolithologischer Charakter: Nur in neritischen Bildungen; vorzugsweise in Lithothamnienkalk und Sandkalk, auch in grober Kalkbreccie; — stenobath, hemistenopisch.

7 B. **Nummulina atacica** Leymerie.

Leymerie: Mém. Soc. G. Fr. 1846. p. 358, pl. XIII, f. 13.

Nummulina Biarritzensis in *d'Archiac* et *H.,* Mon. d. Numm. p. 131, pl. VIII, f. 4—6.

Nummulina Biarritzensis in *de la Harpe.* Ägypten. Paläontographica 1880—1883, p. 618, tab. XXX, f. 19—28.

Herr *J. Boussac* in Paris hat mich durch Demonstration der Originaltypen von Nummulina atacica und Biarritzensis überzeugt, dass beide der gleichen Species angehören, was bereits *d'Archiac* und später *Oppenheim* [1]) und *Douvillé* angenommen haben. Es fällt der Name auf denjenigen Autor zurück, der die erste Abbildung gegeben hat.

Nummulina Ramondi *d'Arch. et H.* und *de la Harpe* (non *Defrance*) scheint nur eine kleinere Varietät der N. atacica zu sein. Der Name Ramondi muss ebenso durch den älteren N. globulus *Leymerie* ersetzt werden, da nach *H. Douvillé* [2]) die Originale von *Defrance* Assilina Leymeriei sind: „Le nom de Ramondi doit donc être définitivement rejeté comme insuffisamment défini."

Nummulina atacica incl. var. globulus ist nicht, wie seit *Rütimeyer* angenommen wurde, der häufigste Nummulit der Schweiz. Ich habe ihn im Gegenteil weniger häufig gefunden als die bisher erwähnten Formen. Auch ist die Art vom Kalkstein nicht frei herauslösbar und oft schwierig zu bestimmen.

Gute Erkennungsmerkmale sind neben dem Medianschnitt und den radialen Septalverlängerungen auf der Oberfläche: Querschnitt meist spitzbogenförmig, dick, ohne Querpfeiler, mit gleichmässiger Dicke und gleichmässiger Zunahme der Windungsbreite bis ganz oder nahe der äussersten Windung.

Dimensionen der Exemplare von Trosgi-Sernftal, Elm: $8{,}5 \times 4$; $8 \times 4{,}5$; $8{,}2 \times 3{,}5$; $7 \times 2{,}8$ etc., bei 8 — 10 Windungen; Verhältnis: $1 : 1{,}8$ bis $1 : 2{,}5$; grösster Durchmesser = 12 mm.

Var. **crassissima** n.

Diese überaus dicke Form ist besonders auffällig in den Blattengratschichten des Weisstannentales. Verhältnis von Dicke zu Durchmesser bis $1 : 1{,}4$. Näheres auf p. 75 unten.

---

[1]) *P. Oppenheim:* Über die Nummuliten des venetianischen Tertiärs, Berlin 1894, p. 17.

[2]) *H. Douvillé:* Evolution des Numm. B. S. G. F. 1906, t. VI, p. 25, Anmerkg.

Schichthöhe der Numm. atacica: In den östlichen Schweizeralpen (ausg. Stockfluh) ausschliesslich im Flysch, Einsiedlerschichten. Nach *Kaufmann* aber auch in den Bürgenschichten von Rigihochfluh, Bürgenstock und Pilatus (?); Stockfluh.

Lokalitäten: Besonders Blattengratschichten von Alp Trosgi, östlich von Knollen, Blattengrat, im Sernftal; Weisstannen; im autochthonen Wildflysch von Bischofalp und Kühbodenalp, Kärpfgruppe; Lowerzerstock; Einsiedeln-Kalch; Flibach-Weesen; bei allen diesen Lokalitäten in den Einsiedler-Flyschschichten. Stockfluh-Iberg.

Begleiter: Assilina granulosa var. minor, Nummulina Murchisoni, distans, Orthophragmina Archiaci.

Biolithologischer Charakter: In zoogenen und eisenschüssigen Kalken des Flysch; neritisch bis hyponeritisch?

7 A. **Nummulina Guettardi** d'Archiac et H.

D'Archiac et Haime: Monogr. d. Numm., p. 130, pl. VII, f. 18—19.

De la Harpe: Monogr. d. in Ägypten u. d. libyschen Wüste vork. Numm., Paläontographica, Bd. 30, 1883 p. 171, tab. XXX, f. 29—42.

Dieser kleine Nummulit, die megasphärische Generation von N. atacica (= Biarritzensis) und globulus (= Ramondi[1]) auct. non Defr.) ist ausser von *Kaufmann* in der Schweiz noch kaum beachtet worden. Er begleitet in ungezählten Exemplaren die numerisch dagegen zurücktretende microsphärische Generation in den Nummulitenkalklagen der Blattengratschichten vom Sernftal bis Weisstannental.

Dimensionen: $3 \times 1{,}7$; 2×1; $1{,}5 \times 1$ mm; Verhältnis: $1:1{,}5$ bis $1:2$. Zentralkammer bis 0,9 mm beobachtet, meist kleiner.

8 B. **Nummulina contorta** Deshayes.

D'Archiac et *H.*: Monogr. d. Numm., p. 136 pars, pl. VIII, f. 8, 8a (non 8b).

J. Boussac: Palaeontologia universalis. Ser. II, fasc. 3, 1907, Tab. 116.

Diese Art lässt sich ohne Spaltung oder medianen Dünnschliff nicht leicht von einer schmalen Varietät der N. atacica unterscheiden. Die Unterschiede der

[1]) N. sub-Ramondi *de la Harpe* (Ägypten p. 175, tab. XXXI, f. 13—17) ist wohl eine Varietät von N. Guettardi.

Spirale sind von *de la Harpe*[1]) dargestellt worden. *E. Haug* hat der N. contorta eine besondere Arbeit gewidmet[2]). *Kaufmann* und *H. Douvillé* erwähnen sie von den Pilatusschichten der Pilatus-Hohgantkette, *Renevier* von den Diablerets. Ich fand sie ebensowenig wie die megasphärische N. striata in den östlichen Schweizeralpen, glaube sie jedoch als Seltenheit in den Bürgenschichten vom Pilatus-Klimsenhorn und Schlossberg erkannt zu haben[3]).

8 A. **Nummulina striata** (Bruguière sp.) d'Arch. et H.

D'Archiac et *H.*: Monogr. d. Numm., p. 135, pl. VIII, f. 9—14.
J. Boussac: Palaeontologia universalis, Ser. II, fasc. 3, 1907, Tab. 115.

Diese kleine, im Vergleich zur mikrosphärischen Generation auffallend dicke, scharfrandige Form ist ohne Medianschnitt kaum von N. globulus oder Guettardi zu unterscheiden.

Dimensionen einiger Exemplare vom Sigriswylergrat: $4{,}8 \times 2{,}6$; $3{,}9 \times 1{,}7$; $3{,}8 \times 1{,}6$; $3{,}7 \times 1{,}4$ mm; auf Pilatus-Kulm bis 5 mm Durchmesser.

Lokalitäten: Ausser den Fundstellen von N. contorta nach *Kaufmann* aus den Bürgenschichten vom Vitznauerstock und Mueterschwandenberg (Bürgenfacies). Ich glaube sie ausser am Sigriswylergrat noch im „Pectinitenschiefer" des Pilatus-Kulm als Seltenheit erkannt zu haben. Stierendungel, Wildhorndecke, in Sandstein häufig und typisch.[4])

Schichthöhe der N. contorta-striata: Vor allem Pilatusschichten, und zwar von unten bis oben. Am Pilatus im tiefsten Niveau der schweizerischen Nummulitenbildungen neben N. uroniensis; im Lutétien, nicht im Bartonien, wie üblich geschrieben wird. *Kaufmann* erwähnt N. striata auch aus Lithothamnienkalklagen im subalpinen Flysch (Einsiedlerschichten) zwischen Pilatus und Thunersee, was allerdings noch revidiert werden sollte.

Begleiter: Nummulina Boucheri, (N. uroniensis, complanata), Orthophragmina discus.

---

[1]) *De la Harpe:* Descr. d. Numm. appartenant à la Zone moyenne des Falaises de Biarritz Bull. de la Soc. de Borda, 4[e] année, 2[e] trimestre 1879, p. 137.

[2]) *E. Haug:* Sur l'âge des couches à Nummulites contortus etc. B. S. G. F. 1902, p. 483.

[3]) Nach *Haug* ist N. contorta selbst an der klassischen Stelle von Faudon in den französischen Alpen, wo die megasphärische Generation in Masse vorkommt, selten; er schätzt das Verhältnis von microsphärischen zu megasphärischen wie 5 : 1000.

[4]) Nach gütiger Demostrastion durch Herrn Prof. *Lugeon* in Lausanne.

Biolithologischer Charakter: In der Schweiz Vorliebe zu neritischen und sandigen Bildungen und nahe an die Küste herantretend. Zwar noch nicht aus brackischen Schichten bekannt, aber doch dort, wo solche mit marinen wechsellagern. Diese Art, besonders deren megasphärische Generation scheint von den Nummulinen am nächsten an die Flussmündungen heranzugelangen; — innerhalb der Schweiz hemistenopisch und hemistenobath (scheint aber im allgemeinen eher euryopisch und hemi-eurybath zu sein).

9 B. Nummulina Heberti d'Archiac et H.

D'Archiac et *H.,* Monogr. d. Numm., p. 147, pl. IX, f. 14—15.

Diese microsphärische Generation der winzig kleinen Art ist, obwohl gewiss vorhanden, bisher in den Schweizeralpen nicht nachgewiesen worden. Wohl aber kennt man die megasphärische Generation:

9 A. Nummulina variolaria (Lam.) Sowerby.

D'Archiac et *H.,* Monogr. d. Numm., p. 146, pl. IX, f. 13.

Dieser kleinste Nummulit unterscheidet sich von N. striata ausser durch die Kleinheit namentlich auf dem Medianschnitt (vergl. *d'Archiac*), aber auch äusserlich durch den kräftigen, vorstehenden Zentralpfeiler, der oft von kleineren Pfeilern umgeben wird, und durch den glatten Rand. Er ist in der Schweiz zuerst von *Kaufmann* 1867 am Pilatus aus seinen „Pectinitenschiefern" erkannt worden. Die Bestimmung scheint richtig zu sein — doch habe ich darüber noch eine sehr unvollkommene Kenntnis.

Dimensionen einiger Exemplare aus dem „Pectinitenschiefer" vom Pilatus-Kulm: $2{,}5 \times 1{,}4$, meist bloss 1—2 mm Durchmesser.

Schichthöhe: Geht nach *Kaufmann* in den zentralen Schweizeralpen von den oberen Pilatusschichten bis in den Obwaldner Flysch hinauf[1]).

Lokalitäten: Aus den oberen Pilatusschichten „Pectinitenschiefer" von Pilatus-Kulm, Matthorn nach *Kaufmann* 1867.

[1]) *P. Oppenheim* (Über die Numm. des Venetianischen Tertiärs. Berlin 1894, pag. 25) schreibt von der „grossen Verbreitung der N. variolaria Sow., welche schon in der lybischen Stufe beginnt und bis in das oberste Eocaen hinaufreicht". Sie ist in Belgien typisch für Ober-Eocaen.

Aus dem unteren Flysch, Einsiedlerschichten von Pilatus Hotel Klimsenhorn (nach *Kaufmann* 1867 p. 66) an der Basis des Flyschs; Thoregg-Flühli an der kleinen Emme im Lithothamnienkalk äusserst häufig, nach *Kaufmann* 1886.

Aus den Obwaldnerschichten, Gebiet der kleinen Emme und der Schlierenbäche, nach *Kaufmann* 1886, p. 557.

Begleiter: Nummulina striata, N. Montis-fracti.

Biolithologischer Charakter: Ähnlich der Nummulina striata, in marinen Sandsteinen, Mergelsand, sandigem Mergel; neritisch, nahe an die Küste reichend — hemi-euryopisch (?).

10. Nummulina semicostata Kaufm. (Amphistegina).

Kaufmann: Pilatus, Beitr. z. geol. K. d. Schw. Lfg. 5, 1867, p. 149, Taf. VIII, f. 18a—d.

Diese seltene Art ist von *Kaufmann* in vereinzelten Exemplaren im Flysch von Wängenalp-Pilatus gefunden und vortrefflich abgebildet worden (vergl. dessen Anmerkung pag. 109a). In seinem Werk 1886 pag. 549 erwähnt er sie ferner aus dem unteren Flysch von Gschwänd im Gebiet der kleinen Schlieren.

11. Nummulina Montis-fracti Kaufmann.[1])

Kaufmann: Pilatus, Beitr. z. geol. K. d. Schw. Lfg. 5, 1867, p. 148, Taf. VIII, f. 13—17.

Diese seltene Art ist von *Kaufmann* in den „Pectinitenschiefern“ (obere Pilatusschichten) der Kilchsteine-Laubalp am Pilatus gefunden und ausgezeichnet beschrieben und abgebildet worden. Seither wird sie von anderen Lokalitäten nicht wieder erwähnt, ausser in meiner kleinen Arbeit über Seewen[2]), woselbst ich einen megasphärischen Querschnitt in den unteren Bürgenschichten als Nummulina Montis-fracti deutete.

[1]) Diese Art sollte vielleicht zur folgenden Sektion der granulierten Nummulinen gestellt werden. Die Granulation ist nach *Kaufmann* nicht immer vorhanden.

[2]) *Arnold Heim:* Über das Profil von Seewen-Schwyz etc. Vierteljahrsschr. d. nat. G. Zürich 1908, pag. 381, Taf. I.

II. Sektion:

Leisten einfach bis halb netzförmig; Oberfläche (der inneren Schalen) granuliert.

(Gruppe der Nummulina perforata auct.)

12. **Nummulina uroniensis** (de la Harpe) sp. nov.

Taf. I, II, III Fig. 1—11.

Syn.: **Nummulina perforata** d'Orb. var. **uranensis** [1]) de la H. in *de la Harpe:* Etude des Nummulites de la Suisse, Mém. Soc. pal. Suisse 1883, Pl. III Fig. 1—3.

Nummulina aturica Joly et Leym. var. **uranensis** d. l. H. in *Arnold Heim:* Über das Profil von Seewen-Schwyz etc. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1908, p. 381, Taf. I.

Allgemeines.

Mit diesem Varietäten-Namen uranensis sind die genannten Zeichnungen *de la Harpe's* nach seinem Tode veröffentlicht worden. Es handelt sich um die grossen granulierten Nummuliten der Bürgenschichten von Sisikon und Vitznauerstock, die *de la Harpe* aus der Sammlung *Kaufmann's* erhielt. *De la Harpe* hat offenbar den genannten Nummuliten erst nach 1881 kennen gelernt; denn im zweiten Teil seines Werkes, der sich eingehend mit der Gruppe der N. perforata beschäftigt, wird noch nichts von dieser Form erwähnt. Aber auch sein hinterlassenes Manuskript, das 1883 veröffentlicht wurde, enthält keine Beschreibung.

Als Typus gilt nach wie vor der grosse granulierte Nummulit, den man an der Axenstrasse in den unteren glauconitischen Bürgenschichten von Schicht 1 in Textfigur 7, pag. 51 massenhaft findet und im Schutt am Strassenbord frei herausgewittert gesammelt werden kann (vergl. pag. 53). Die Tafeln I und II stellen den Typus von Sisikon dar.

Ich fühle mich genötigt, die *de la Harpe'sche* Varietät mit leichter Namenabänderung zu einer neuen Species zu erheben und zwar aus folgenden Gründen:

1. Die seit *d'Archiac* allgemein gebräuchliche Benennung Nummulina perforata d'Orb. muss nach *Koch* und *H. Douvillé* gestrichen werden, indem der ungarische Typus megasphärisch ist. An Stelle der Benennung N. perforata-Lucasana muss N. aturica-Rouaulti gesetzt werden. N. crassa *Boubée* ist neuerdings nach *H. Douvillé* eine schlecht definierte Varietät der

[1]) So benannt nach Uri. Nach gütiger Mitteilung von Herrn Prof. Dr. *Meyer v. Knonau* in Zürich sind die ältesten Namensformen von Uri seit dem 10. Jahrhundert Uronia oder Urania.

N. **aturica** Joly et Leymerie. Ob diese letztere Bezeichnung auf die Exemplare von Sisikon passt, bedarf noch weiterer Untersuchung.

2. Wenn *de la Harpe* selbst, der N. aturica genau kannte, einen neuen Varietäten-Namen für die Art von Sisikon aufstellt, so wird man annehmen dürfen, dass diese mit den sonst beschriebenen Arten oder Varietäten nicht übereinstimme.
3. In der Tat zeigen verschiedene Exemplare auffallende Eigenschaften, die in der Literatur nicht bekannt sind, zum Teil sogar netzförmig verbundene Leisten und Pfeiler auf den Leisten, was mit N. aturica und perforata auct. nicht entspricht.
4. Die Art von Sisikon zeigt in den Schweizeralpen zwei oder drei Varietäten oder besser Rassen, und die Individuen von Sisikon stellen einen Typus dar.
5. Es handelt sich um eine überaus häufige und als „Leitfossil" relativ wichtige Form, die immer wieder zitiert werden muss.
6. Sie unterscheidet sich von der stratigraphisch jüngeren N. perforata auct. in den Einsiedlerschichten und ist mit dieser, so weit bis jetzt bekannt, in den Schweizeralpen durch keine Übergänge verbunden.

Sollten die genannten Gründe die Aufstellung einer neuen Species noch nicht genügend motivieren, so kann jeder nach Belieben statt N. uroniensis setzen **N. aturica** *Joly* et *Leym.*[1]) var. **uroniensis** resp. var. **Pilatana.** Wichtiger als die erörterte Frage ist es zunächst, den Typus von Sisikon genau zu fixieren.

Die microsphärische Generation von Sisikon.

Taf. I, Fig. 1—5, 11—19; Taf. II, Fig. 1—3; Taf. III, Fig. 1.

Dimensionen: Grösstes Exemplar von Sisikon = $25 \times 7{,}_5$ mm; (Taf. I, Fig. 1a, 1b, 1c); durchschnittlich 15—20 mm Durchmesser; z. B. 21×5; $20{,}_5 \times 6{,}_5$; 20×6; $19{,}_5 \times 6$; $18 \times 7{,}_5$; $18._5 \times 5{,}_5$; $18 \times 5{,}_6$ $17{,}_5 \times 5{,}_4$; $14 \times 4{,}_4$; $11{,}_5 \times 4{,}_2$ etc. Verhältnis von Dicke zu Durchmesser wie $1 : 2{,}_4$ bis $1 : 4{,}_2$, durchschnittlich und ziemlich konstant (bei 80 % der Fälle) **$1 : 3{,}_2$**.

---

[1]) Bei einer Durchsicht der *de la Harpe'schen* Sammlung in Lausanne fiel mir die grosse Übereinstimmung von N. uroniensis var. Pilatana mit „Nummulites perforata d'Orb. var. aturiensis" (Etikette *de la Harpe's*) auf, welche ebenso teilweise halb netzförmige Leisten und gleiche Form und Grösse aufweist. Doch figuriert diese Bezeichnung nicht in *de la Harpe's* „Nummulites de la Suisse". Vielleicht wird sich herausstellen, dass meine var. Pilatana dem Typus N. aturica am nächsten steht, und dann könnte die Bezeichnung uroniensis als Species aufgehoben werden. (Anmerkung während des Druckes.)

Beschreibung: Grosser, dicker Nummulit (Taf. I, Fig. 1—5) mit spitzbogenförmigem Querschnitt und meist scharf gekieltem Rand (Taf. I, Fig. 16 bis 19), sonst annähernd elliptisch; symmetrisch, nur ausnahmsweise stark wellig verbogen; Querpfeiler kräftig, jedoch bei gross ausgewachsenen Exemplaren nach $^1/_2$ — $^2/_3$ Breite auslöschend; daher sind die grossen Exemplare oberflächlich nicht granuliert (Taf. I, Fig. 1c, 11). Die kleinen jungen aber sind über die ganze Oberfläche kräftig und ziemlich gleichmässig granuliert (Taf. I, Fig. 13 bis 15). Spiralwindungen vollkommen umfassend und nur ausnahmsweise im Alter etwas zu evoluter Aufrollung neigend (Taf. II, Fig. 3).

Leisten[1]) im jugendlichen Stadium annähernd radial (Taf. I, Fig. 12, 13, 15), im Alter gebogen (Taf. I, Fig. 11) oder selbst mäandrisch gewunden (Taf. I, Fig. 1c). Dieses Stadium scheint mit dem Auslöschen der Pfeiler zusammenzuhängen, wodurch die Leisten von ihren Anheftungspunkten entbunden werden und sich frei verschlingen können. Die Pfeiler (weiss; im Dünnschliff aber dunkel) liegen vorherrschend auf den Leisten, zum Teil aber auch dazwischen. Charakteristisch ist das einseitige tangierende Anhaften der Leisten an den Pfeilern und die Verknüpfung zweier benachbarter Leisten durch einen Querpfeiler, besonders in den zentralen Teilen des Nummuliten. (Taf. I, Fig. 12. 13.) Auf der Oberfläche der inneren Schalen kann die Granulation so kräftig und dicht gedrängt auftreten, dass ein förmliches Netzwerk entsteht und man unwillkürlich an die Lateralkammern eines Orbitoiden, z. B. Orthophragmina scalaris oder Archiaci erinnert wird (Taf. I, Fig. 14.) Ausser den Leistenverbindungen durch Pfeiler ist oft ein förmliches Netzwerk durch feine Querverbindungen und Anastomosen der Leisten ausgebildet, was an N. laevigata oder N. Brongniarti erinnert (Taf. I, Fig. 12a, 13a).

Die Spirale, im Medianschliff oder im Feuer gespalten, zeigt den Bau der Gruppe N. perforata auct. Die Beschleunigung der Windungsbreite nimmt zuerst zu, im äusseren Drittel aber wieder ab, so dass sich die randlichen Windungen dicht aufeinanderlegen. Damit hängt zusammen, dass die Kammern im Zentrum höher als breit, im halben Radius etwas breiter als hoch und gegen den Rand bis mehr als doppelt so breit wie hoch werden. (Taf. II, Fig. 1, 2; Taf III, Fig. 1). Die innersten Kammern erinnern lebhaft an diejenigen der sonst unserer Art

[1]) Dieses Wort wurde von *P. Oppenheim* (Nummuliten des venetianischen Tertiärs, Berlin 1894 p. 27) gebraucht und eignet sich vorzüglich als Übersetzung des französischen „filets cloisonnaires“ und an Stelle der umständlichen „Septalverlängerungen“ oder „Scheidewandfortsätze“.

fernstehenden N. contorta (Taf. III, Fig. 1). Die Zentralkammer fehlt nicht, wie *de la Harpe* stets von den microsphärischen Nummuliten schreibt, sondern misst knapp 0,1 mm. Sie ist in Taf. III, Fig. 1 gerade noch als schwarzer Punkt erkennbar. Die Dicke, Form und Zahl der Septen kann aus den genannten Photographien entnommen werden. Zahl der Windungen ca. 20 [1]).

Die megasphärische Generation von Sisikon.
Taf. I, Fig. 6—10; Taf. II, Fig. 4—24.

Die natürliche Grösse und das Grössenverhältnis zur microsphärischen Generation ist aus Taf. I, Fig. 6—10 ersichtlich. Die beiden Generationen stehen in bezug auf den Durchmesser zu einander wie 1 : 3,8 (bei den grossen Exemplaren) bis 1 : 2,9 (bei den entsprechenden jungen); durchschnittlich **1 : 3,3.**

Dimensionen: Grösste Exemplare 7 × 3,5 mm. Beispiele:

Durchmesser	Dicke	Verhältnis von Dicke zu Durchm.	Durchmesser der Zentralkammer	Windungszahl	
7,0	3,6	1 : 1,9	0,8	8	Taf. II, Fig. 23
6,5	3,4	1 : 1,9	0,7	7	„ II, „ 21
6,2	3,1	1 : 2,0	0,75	6	„ II, „ 24
6,1	2,8	1 : 2,2	0,6	7	„ II, „ 22
Durchschnitt: 6,3	3,2	1 : 2,0	0,7	7	

Weitere Dimensionen nicht abgebildeter Exemplare: 7 × 3; 6,8 × 3,1; 6,3 × 2,7; 6 × 3,4; 6 × 3,1; 6 × 2,8; 5,9 × 3,3; 5,7 × 2,6; 5,3 × 2,7; 4,7 × 2,2; 4,6 × 2,1 mm etc., d. h. Dicke zu Durchmesser wie 1 : 1,8 bis 1 : 2,3; durchschnittlich **1 : 2,1.**

Beschreibung: Kleiner, dicker Nummulit mit vollkommen umfassenden Windungen, scharfem, im Querschnitt spitzbogenförmigem Rand (Taf. II, Fig. 21 bis 24), kugelrunder oder einseitig etwas eingedrückter Megasphäre von 0,6 — 0,8 mm Durchmesser; 6 bis 8 Windungen; bilateral symmetrisch. Pfeiler kräftig, doch nicht immer die äusserste Schale durchdringend; daher Oberfläche glatt (Taf. II, Fig. 4), schwach und unregelmässig granuliert (Taf. II, Fig. 5—8, 11) bis kräftig und regelmässig granuliert (Taf. II, Fig. 10, 12—14).

---

[1]) Da bei den microsphärischen Nummuliten nur in seltenen Fällen die innersten Windungen bis zur Microsphäre gezählt werden können, wird es sich empfehlen, bei Vergleichen die macroskopischen Windungen zu zählen, oder genauer: man denke sich an Stelle der Microsphäre die Megasphäre der zugehörigen Generation und zähle die Windungen von der Megasphäre an nach aussen. Die wirkliche Zahl der Windungen erhält man dann durch Vermehrung um 2 oder 3.

Während Fig. 21, Taf. II den Fall zeigt, wo die Pfeiler die Oberfläche erreichen, zeigen die Figuren 22 und 24, wie die meisten Pfeiler vor der letzten oder vorletzten Schale plötzlich abgestutzt endigen. (Wir haben die gleiche Erscheinung bei der microsphärischen Generation kennen gelernt, bei der jedoch die Pfeiler schon auf halber Dicke endigen und die obersten Schalen der ausgewachsenen Exemplare nicht mehr erreichen.) Ein Zentralpfeiler ist ebensowenig wie bei der microsphärischen Generation ausgebildet.

Die Leisten sind radial (Taf. II, Fig. 7, 14) oder wirbelförmig (Taf. II, Fig. 5, 6), wobei der Wirbel gelegentlich auch exzentrisch liegt (Taf. II, Fig. 9). Von besonderer Wichtigkeit ist wieder die Beziehung und Verknüpfung der Pfeiler mit den Leisten. Wir können zweierlei Modifikationen unterscheiden (die parallel gehen den Unterschieden der microsphärischen Generation von Taf. I, Fig. 14 in bezug auf Taf. I, Fig. 12):

Bei der ersteren sind die Pfeiler polygonal und an den Ecken durch feine Leisten zu einem orthophragminenartigen Netz verbunden (Taf. II, Figur 12 bis 14).

Bei der zweiten lassen sich die einzelnen Leisten vom Rande aus getrennt bis zur Mitte verfolgen. Die rundlichen, unregelmässigen und nicht polygonalen Pfeiler heften sich einseitig an die Leisten und verbinden mit Vorliebe je zwei derselben in der mittleren Partie (Taf. II, Fig. 10, 5). Auch hier kommt hinzu, dass sich die Leisten gelegentlich durch feine Anastomosen mit einander verbinden (Taf. II, Fig. 10, 11), so dass ein unvollkommenes Lateralnetz entsteht.

Während im Embryonalstadium die Pfeiler an den Leisten haften, machen die Pfeiler im ausgewachsenen Stadium die Tendenz geltend, sich von den Leisten frei loszulösen. Vom „Laevigaten"-Stadium wird zum „Perforaten"-Stadium hingedeutet, bei dem nach *d'Archiac* die Pfeiler zwischen den Septen liegen. So ist in Fig. 10 der Taf. II oben ein runder Pfeiler losgelöst; auch in den Figuren 11 bis 14 der Taf. II treten zwischen den Leisten lose zerstreute Pfeiler auf. Endlich gelangt die gleiche Erscheinung zur Darstellung in den exzentrischen Kappenschliffen der Figuren 15, 19, 20 von Taf. II.

Die Spirale zeigt im Medianschnitt einen Ausschnitt der microsphärischen Spirale. Es fehlt das innere Stück (an dessen Stelle liegt die Megasphäre), und es fehlt auch das äusserste Stück mit abnehmender Windungsbreite. Zwar ist immer-

hin bei den älteren Exemplaren die Beschleunigung der Windungsbreite auf 1 oder noch mehr herabgedrückt (Taf. II, Fig. 16—18). Die Kammern sind etwas breiter als hoch, was ebenso in einem mittleren Radius der microsphärischen Generation der Fall ist.

Wie die nebenstehende Textfigur 21 zeigt, ist die Megasphäre ausserordentlich dünnwandig und auf der Seite eingedrückt wo die erste Kammer folgt. Diese ist elegant halbmondförmig und zum Unterschied aller folgenden bilateral symmetrisch. Von der ersten Kammer an nimmt das Spiralblatt rasch an Dicke zu. Feine Öffnungen an der Basis der Kammerwände lassen eine Kommunikation des Protoplasmas der Kammern untereinander erkennen.

Fig. 21.
Nummulina uroniensis sp. nov., megasphärische Generation, von Sisikon. Medianer Dünnschliff, nach Photographie vom Autor gezeichnet.



10fache Vergrösserung.

Var. **Pilatana** n.
Taf. III, Fig. 2—10.

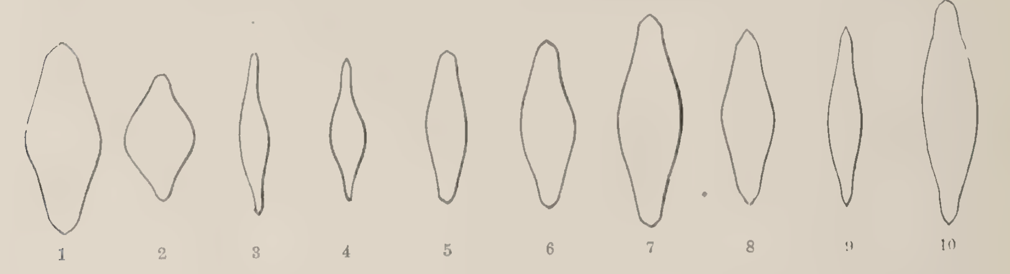
Im gleichen Horizont wie bei Sisikon fand ich am Pilatus-Klimsenhorn (2 in Textfigur 5, p. 41 und p. 42) N. uroniensis wieder, doch zeigt sie entsprechend der lithologischen Faciesveränderung (Versandung) auch einige Abweichungen gegenüber dem Typus. Es sind Merkmale einer küstennäheren Rasse. Die Pfeiler sind kräftiger, besonders bei der megasphärischen Generation (Taf. III, Fig. 8) und erreichen selbst bei ausgewachsenen microsphärischen Exemplaren teilweise die Oberfläche. (Taf. III, Fig. 4, 6.) Die Neigung zu netzartiger Leistenverbindung tritt stärker hervor (Taf. III, Fig. 2, 9). Das Spiralblatt scheint kräftiger zu sein. Im Querschnitt ist die Ellipse mit Spitzbogenrand nicht ausgesprochen. Vielmehr zeigen die meisten microsphärischen Exemplare in der Mitte eine leichte Ausbauchung, so dass im Querschnitt nicht die Ellipsenwölbung, sondern eine annähernd gerade oder sogar konkav gewölbte Linie von der Mitte gegen den Rand hin führt. (Taf. III, Fig. 4, 5; Textfigur 22.) Diese Form ist zwar auch bei Sisikon vorhanden (Taf. II, Fig. 3), ist aber dort nicht typisch. Umgekehrt findet man die elliptischen Querschnitte am Pilatus-Klimsenhorn weniger häufig, und wo sie vorhanden sind, da zeigen nicht selten die inneren Schalen den in Textfig. 22, Nr. 6 gezeichneten Umriss (Taf. III, Fig. 6). Windungen der microsphärischen Generation 20—30.

Herr Dr. *A. Trösch* aus Bern sandte mir eine Anzahl von Nummuliten aus dem untersten Nummulitensandstein der Bachfluh, auf der Westseite des Kientales, südlich des Thunersees. Sie scheinen genau mit der Rasse vom Pilatus-Klimsenhorn übereinzustimmen. Das grösste Exemplar (Nr. 10 in Textfigur 22)

Fig. 22.

Querschnitte von Nummulina uroniensis var. **Pilatana** n., natürl. Grösse.

Nr. 1—6 vom Pilatus-Klimsenhorn; Nr. 7—10 von der Bachfluh südl. des Thunersees.



misst 30 mm Durchmesser; Windungen bis 33. Auf einem anderen Exemplar von 27 mm Durchmesser (Nr. 7 in Textfigur 22) konnte ich auf dessen mittlerem Teil der geschälten Oberfläche das in Fig. 23 gezeichnete, überraschende Leistennetz konstatieren.



Fig. 23.

Leistennetz einer grossen **Nummulina uroniensis var. Pilatana** aus den unteren Bürgenschichten der Bachfluh südlich des Thunersees, nach Photographie gezeichnet. 10fache Vergrösserung. Sammlung Dr. *Trösch*, Bern.

Anmerkung: Die hier schwarz gezeichneten Granulationen (Querpfeiler) sind auf dem Original grau und undeutlich und sollten vielleicht teilweise weg gedacht werden. Dagegen sind von besonderer Wichtigkeit die Verzweigungen der Leisten.

Würde nur das eine Exemplar vorliegen, so könnte man geneigt sein, dieses als Nummulina Brongniarti d'Arch. et H. zu bestimmen.

Die Rasse vom Aubrig.

Taf. III, Fig. 11.

Am kleinen und grossen Aubrig enthalten die offenbar den Bürgenschichten entsprechenden Glauconitschichten (vergl. 5 in Fig 8, p. 55) einen relativ kleinen, granulierten Nummuliten vom Äusseren einer N. gallensis. Ich konnte kein genügendes Material zu einer genaueren Untersuchung gewinnen. Abgesehen von der geringen Grösse scheint die microsphärische Generation der Sisikoner Art zu entsprechen. Doch scheint die Grössendepression nur die microsphärische Generation zu betreffen; denn unter den megasphärischen fand ich solche wie die grössten entsprechenden Exemplare von Sisikon.

Schichthöhe der Nummulina uroniensis.

Nur die Bürgenschichten scheinen für diese leitend zu sein. Vorherrschend in den unteren Bürgenschichten, aber auch weniger häufig in den oberen Bürgenschichten mit N. complanata zusammen. Besonders bezeichnend für die Bürgenfacies und nächstverwandte Facies.

Lokalitäten: Typus: Sisikon, Seewen, Vitznauerstock, Wageten, Calanda, Kistenpass, Südrand des Clariden-Firns. Varietäten: Pilatus, Morgenberghornkette, Aubrig.

Begleiter: Assilina exponens, Nummulina complanata, (N. contorta, Boucheri), Orthophragmina discus.

Biolithologischer Charakter: In hyponeritischen Glauconitkalken und Grünsanden und in neritischem Sandkalk (Complanatakalk) und Sandstein. Geht nicht in die tiefere bathyale Zone hinab — hemistenobath, hemistenopisch.

13. Nummulina gallensis[1]) sp. nov.

Taf. III, Fig. 12—23; Taf. IV, Taf. V.

Syn.: **Nummulina cf. aturica** Joly et Leym. (microsphärisch) und **N. cf. Rouaulti** d'Arch. et H. (megasphärisch) in *Arnold Heim:* Über das Profil von Seewen-Schwyz etc. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1908, p. 383.

Allgemeines.

Diese Art ist nahe verwandt mit Nummulina uroniensis und könnte als Varietät derselben betrachtet werden, wenn sie mit ihr zusammen vorkäme.

[1]) So benannt nach dem Kanton St. Gallen, wo diese Art überaus häufig ist und von woher die sämtlichen Originale der Tafeln III—V stammen.

Allein ihr stratigraphisches Niveau ist durchgreifend höher, es ist der Flysch; und Übergänge beider sind unbekannt. N. gallensis ist in geologischem Sinne eine Mutation[1]) von N. uroniensis. Da sie ausserdem in den Schweizeralpen überaus häufig ist und sich mit den bekannten Arten nicht identifizieren lässt, ist wohl die Aufstellung einer neuen Art berechtigt[2]).

Die natürlichen Grössen sind auf Taf. III, Fig. 12—20 abgebildet.

Die microsphärische Generation.

Taf. III, Fig. 12—14, 21—23; Taf. IV; Taf. V, Fig. 38—40.

Dimensionen. Grösster Durchmesser 13 mm, also etwa halb so gross wie Nummulina uroniensis. Beispiele einiger Exemplare von nördlich Hochbühl, Fli-Weesen:

Durchmesser	Dicke	Verhältnis von Dicke zum Durchmesser	Windungszahl
13	4,5	1 : 2,9	—
12,5	5,5	1 : 2,3	17
10,6	3,8	1 : 2,8	13
10,6	4,5	1 : 2,4	—
10,5	4,0	1 : 2,6	ca. 13
9,4	3,9	1 : 2,4	13
Durchschnitt 11,1	4,4	1 : 2,6	14

Die vom Gestein nicht lostrennbaren Exemplare von „Oberfligade" bei Weesen sind verhältnismässig dicker. Überhaupt variiert das Verhältnis von Dicke zu Durchmesser beträchtlich. Das dickste Exemplar, das ich fand, ist auf Taf. III, Fig. 21 wiedergegeben, mit einem Verhältnis von 1 : 1,7.

Beschreibung: Mittelgrosser, relativ dicker Nummulit, meist scharfrandig; mit spitzbogenförmigem Querschnitt, aber auch rund und mehr elliptisch. Querpfeiler charakteristisch, jedoch nicht oder nur vereinzelt bis an die Oberfläche der ausgewachsenen Exemplare reichend. (Taf. III, Fig. 23; Taf. IV, Fig. 1—3; Taf. V, Fig. 38). Oberfläche der grösseren Exemplare in der Regel glatt, nicht granuliert und eine Nummulina atacica vortäuschend.[3]) Leisten

[1]) Leider besteht in bezug auf den Begriff Mutation eine grosse Verwirrung, seitdem *Mendel* und *de Vries* und damit alle Biologen darunter sprungweise Variation verstehen.

[2]) Mein Freund *Jean Boussac* in Paris machte mich zuerst darauf aufmerksam, dass hier offenbar eine neue Art vorliege.

[3]) Daher kam es, dass ich in meiner Arbeit: Der westliche Teil des Säntisgebirges, „Beiträge" zur geol. K. d. Schweiz n. F. Lfg. 16, p. 317—18 irrtümlich N. Biarritzensis und Ramondi bestimmte.

im jugendlichen Stadium radial (Taf. V, Fig. 39—40), später wirbelförmig (Taf. IV, Fig. 2) bis unregelmässig gewunden (Taf. IV, Fig. 1a, 3a; Taf. V, Fig. 38). Doch wird das Stadium zahlreicher Wirbel und Verschlingungen, wie es z. B. von N. Gizehensis bekannt ist und an den grössten Exemplaren der N. uroniensis (Taf. I, Fig. 1c) auftritt, nicht erreicht.

Von besonderer Wichtigkeit sind auch hier wieder die Beziehungen zwischen Pfeilern und Leisten. Eines der wichtigsten Merkmale besteht darin, dass im Jugendzustand die Pfeiler streng an die Leisten gebunden und spiralförmig angeordnet sind (Taf IV, Fig. 3b). Wir werden diese Frage bei der megasphärischen Generation weiter prüfen. Erst gegen das ausgewachsene Stadium hin lösen sich einzelne Pfeiler von den Septen los. Die gesetzmässige Gebundenheit von Pfeilern und Leisten verschwindet mit dem Alter. Die Pfeiler erlöschen ganz oder grösstenteils, wodurch die Leisten frei werden und sich ohne geometrische Gesetzmässigkeit verschlingen. Einzelne gelegentlich übrig bleibende Pfeiler vermögen nicht, die Leisten in ihren früheren Bahnen zurückzuhalten und gelangen unregelmässig zerstreut und zum Teil losgelöst zwischen den Leisten an die Oberfläche (Taf. IV, Fig. 1b). So finden wir auch bei N. gallensis die gleiche Ontogenie wie bei N. uroniensis, nur noch viel ausgesprochener.

Auch bei N. gallensis zeigt sich hie und da die Neigung zur Bildung eines Leistennetzes, nur ist diese nicht wie bei N. uroniensis schon in der megasphärischen Generation und der jugendlichen microsphärischen zu erkennen, sondern tritt in dem ontogenetisch späteren Stadium auf, indem sich die Leisten von den Pfeilern zu lösen beginnen. In Fig. 40 der Taf. V sehen wir die Pfeiler noch einseitig mit den Leisten verwachsen, doch im Begriff, sich loszulösen. Ähnliches zeigt Fig. 39 der Taf. V, in der unten die unregelmässig gefransten Pfeiler mit den Leisten eine Art Netzwerk bilden. Schliesslich erinnert die Fig. 1a an die kommaförmigen Leisten einer N. laevigata.

Die Spirale zeigt im Medianschnitt einen regelmässigeren Bau als N. uroniensis. Die Kammern sind durchschnittlich gleich hoch wie breit oder wenig breiter (Taf. IV, Fig. 4, 6, 7). Das Stadium der äusseren Windungen von N. uroniensis, in denen die Kammern 2 bis 3 mal so breit wie hoch werden, tritt hier nicht mehr ein. Überhaupt beginnt das Stadium der abnehmenden Windungsbreite erst in den letzten Umgängen. Die Kammerwände sind annähernd gleichmässig rückwärts gekrümmt und erinnern mehr an die Gruppe der N. atacica als an die typische N. perforata auct. Die Kommunikation des Protoplasmas an der

Basis der Septen ist deutlich aus Taf. IV, Fig. 7 b zu ersehen. Die Zentralkammer ist sehr klein, in der genannten Figur bei 12facher Vergrösserung noch kaum erkennbar; ich schätze sie auf 0,05 mm Durchmesser.

Die megasphärische Generation.

(Taf. III, Fig. 15—20; Taf. V, Fig. 1—37.)

Dimensionen: Grösster Durchmesser 6,7 mm.

Exemplare vom Dürrenbach			Exemplare von nördl. Hochbühl bei Weesen		
Durchmesser	Dicke	Verhältnis von Dicke zu Durchmesser	Durchmesser	Dicke	Verhältnis von Dicke zu Durchmesser
6,7	2,6	1 : 2,6	6,5	3,2	1 : 2,0
6,5	2,5	1 : 2,6	6,1	2,9	1 : 2,0
6,4	2,8	1 : 2,4	6,0	2,9	1 : 2,0
5,7	2,1	1 : 2,7	5,5	2,5	1 : 2,2
5,1	2,5	1 : 2,0	5,4	2,6	1 : 2,1
4,8	2,0	1 : 2,4	5,2	2,3	1 : 2,3
4,5	1,8	1 : 2,5	4,7	2,1	1 : 2,2
4,0	1,8	1 : 2,2	4,1	2,0	1 : 2,0
3,3	1,5	1 : 2,2	3,5	1,5	1 : 2,3
Durchschnitt 5,2	2,2	1 : 2,4	5,2	2,5	1 : 2,1

Die obigen Zahlen ergeben, dass die Exemplare aus dem Mergelgestein des Dürrenbaches durchschnittlich schlanker sind, als diejenigen aus den zoogenen Nummulitenkalken des Flibachgebietes. Aber auch hier wechselt die Dicke, so dass auch unter den Exemplaren des Dürrenbaches häufig ein Verhältnis von 1 : 1,8 konstatiert werden kann (Taf. V, Fig. 27, 28).

Beschreibung: Kleiner, dicker Nummulit mit scharfem Rand und spitzbogenförmigem Querschnitt (Taf. V, Fig. 26—31), 4—7 Windungen, Zentralkammer von 0,4—0,6, ausnahmweise 0,75 mm Durchmesser. Bei einer Sortierung einer grossen Anzahl freier Exemplare lassen sich granulierte und glatte Formen unterscheiden. Doch handelt es sich hier nicht um Varietäten, sondern bloss um ein wechselndes Verschwinden oder Bestehen der Pfeiler bis zur Oberfläche. Auf dem Querschnitt (Taf. V, Fig. 26 bis 31, 37) oder Kappenschliff (Taf. V, Fig. 13 bis 19) erkennt man sogleich, dass sämtliche Exemplare, ob äusserlich glatt oder nicht, gepfeilert sind. Nicht granulierte Oberfläche zeigt

auf Taf. V die Fig. 1, schwach granulierte Fig. 2 bis 6, stark granulierte Fig. 7, 8, 10, 12. Auf der verwitterten oder geschälten Oberfläche bilden die Pfeiler im Streiflicht deutliche Höckerchen (Taf. V, Fig. 11). Nicht selten nehmen auf der Oberfläche die Pfeiler an Dicke rasch gegen die Mitte zu, so dass ein kräftiges Zentralbündel entsteht (Taf. V, Fig. 7, 8, 10, 12). Die Leisten sind annähernd radial, verlaufen jedoch oft knorrig (Taf. V, Fig. 3, 5, 7, 10, 11), oder sie sind wirbelförmig (Taf. V, Fig. 1, 2, 4, 6, 9). Das Stadium der verschlungenen Leisten wird jedoch nicht erreicht.

Die Pfeiler sind streng an die Leisten gebunden und kommen nur selten und nur dann zwischen zwei Leisten zu liegen, wenn die Pfeiler vor den letzten Schalen unregelmässig auslöschen (Taf. V, Fig. 3). Die Gebundenheit der Pfeiler an die Leisten kommt namentlich deutlich auf den Kappenschliffen zum Ausdruck (Taf. V, Fig. 13—19) und es ist deutlich, dass die meist rundlichen Pfeiler regelmässig in der Spirale angeordnet sind. Bei einem nahezu tangentialen Schliff (Taf. V, Fig. 19) sieht man, wie im axialen Teil je zwei Leisten durch einen Pfeiler verbunden sind. Um die Frage zu beantworten, von wo aus die Pfeiler jeweilen beginnen, sollte man eine Serie unmittelbar aufeinander folgender Dünnschliffe herstellen können. Wenn man aber die regelmässig spiralige Anordnung der Pfeiler bedenkt, so muss auch ein schief exzentrischer Schliff das gleiche ermöglichen, indem man dann nicht im Bereiche einer Kammer, sondern von einer zur anderen die verschiedenen Stadien verfolgen kann. So lässt sich neben nicht abgebildeten Präparaten an Hand von Taf. IV, Fig 5, 6 und Taf. V, Fig. 13, 14, 17, 35 ermittteln, dass sowohl bei der microsphärischen wie megasphärischen Generation die Pfeiler jeweilen seitlich der Medianebene aus den Scheidewänden herauswachsen. Nun wachsen die Pfeiler distal vorwärts und verbinden jeweilen die nun immer weiter von der Medianebene sich entfernenden Scheidewandfortsätze (= Leisten) der folgenden Windungen.

Im Medianschnitt wiederholt die Spirale mit Ausnahme der Megasphäre die Eigenschaften der microsphärischen Generation. Die Protoplasmaverbindung an der Basis der Septen tritt deutlich auf Taf. V, Fig. 20—23 hervor. Die Megasphäre ist auf der Seite der ersten Kammer etwas eingedrückt. Die erste Kammer ist plump halbkreisförmig symmetrisch (Taf. V, Fig. 20—25). Die Kammern sind durchschnittlich eben so hoch wie breit, in den äusseren Windungen etwas breiter als hoch.

Die Rasse von Brand.

Taf. V, Fig. 32—34.

Eigentliche Varietäten konnte ich bisher nicht feststellen, dagegen glaube ich die häufige Form im Glauconitkalk von Brand, oberhalb Fli bei Weesen, (d. h. in ungefähr gleicher Schichthöhe im Flysch wie der Typus) als eine Rasse betrachten zu müssen. Losgelöste Exemplare konnte ich nicht gewinnen.

Wie die genannten Figuren zeigen, ist die megasphärische Generation ausgezeichnet durch besonders grosse Zentralkammer (bis 0,8 mm), eine geringe Zahl der Windungen, relativ schwache Pfeilerung und runden Rand. Ob diese Eigenschaften konstant sind oder nicht, müssen spätere Nachforschungen zeigen.

Schichthöhe der Nummulina gallensis.

Ausschliesslich im unteren Flysch *Kaufmann's* = Einsiedlerschichten; im Flibachgebiet nur an der Basis der Einsiedlerschichten (vgl. pag. 116—117).

Lokalitäten: Die Hauptbezugstelle der auf den Tafeln III—V abgebildeten Exemplare ist der Nummulitenkalkkomplex des Dürrenbach's im Flysch des westlichen Säntis, den ich 1905 eingehend beschrieben habe[1]). Die neue Art habe ich damals irrtümlich als N. Biarritzensis und Ramondi bestimmt, und auch die Bestimmung von N. striata muss gestrichen werden.

Die zweite Hauptquelle ist das Flibachgebiet bei Weesen (vergl. Walenseekarte 1 : 25 000) mit den Nummulitenkalken von Oberfligade, nördl. Hochbühl, Brand, wo N. gallensis gesteinbildend auftritt.

Weitere Fundorte sind die Blattengratschichten im Gebiet von Elm, Tschingelnschlucht und Falzüber (p. 74); Einsiedeln Steinbach (p. 108—109); Lowerz, Insel Schwanau (p. 103); Sarnen-Melchaa, Hotel Stolzenfels (p. 99—100). Wo diese Art auftritt, da ist sie meist in ausserordentlicher Individuenzahl vorhanden — eine der häufigsten Arten der schweizerischen Flysch-Nummuliten.

Begleiter: Assilina granulosa, A. exponens, (Nummulina complanata), Orthophragmina discus, O. Archiaci.

Biolithologischer Charakter: In Mergelkalken und Glauconitkalken von hyponeritischem Habitus und in zoogen-neritischen Kalken, nicht aber oder nur

[1]) *Arnold Heim:* Der westliche Teil des Säntisgebirges. Beiträge zur geol. K. d. Schweiz n. F. Lfg. 16, 1905 p. 317—318; Textfigur 2, Schicht 1. Ferner zu vergl. Walenseekarte 1 : 25 000, 1907.

höchst selten in Lithothamnienkalken; meidet im Gegensatz zu N. uroniensis grobsandige Beimengungen. Hemistenolithisch bis hemi-eurylithisch, scheint für die tiefer neritische Zone und wenig darunter stenobath zu sein.

14 B. **Nummulina Partschi** de la Harpe.

De la Harpe, Note sur les N. Partschi et Oosteri; B. Soc. Vaudoise d. Sc. nat. XVII, 1884, pag. 37, pl. III (I), f. 1—7.

14 A. **Nummulina Oosteri** de la Harpe.

De la Harpe l. c. pag. 38, pl. III (II), f. 1—6.

Diese Nummulitenspecies ist von *de la Harpe* vom Waschberg bei Wien beschrieben und in der Schweiz als neue Art in der Sammlung *Favre* entdeckt worden. Sie stammt aus grobem Kalksandstein („Gurnigelsandstein") des Flyschs der Stockhornkette in den westlichen Schweizeralpen. Abgesehen von der Lage der Pfeiler zwischen den Septen scheint diese Art auffallend mit N. gallensis nov. der östlichen Schweizeralpen übereinzustimmen, deren Lager ja ebenfalls der Flysch bildet.

III. Sektion: Leisten netzförmig.

15. **Nummulina Brongniarti** d'Archiac et H.

D'Archiac et *H.,* Monogr. d. Numm. p. 110, pl. V, f. 1—4.
J. Boussac, B. S. G. F. 1906, pl. III, f. 22—24.

Diese Species wurde im Sommer 1908 von Herrn *J. Boussac*[1]) im Wildhorngebiet, in den Pilatusschichten der oberen helvetischen Decken gefunden. Sie wird auch von *Mayer-Eymar* in seiner Liste (Beiträge Lfg. 24, 1886, pag. 85) aus den Pilatusschichten der Hohgantkette aufgeführt, worauf jedoch nichts abgestellt werden darf.

16. **Nummulina Fabianii** (Prever)[2]) Boussac.

J. Boussac, B. S. G. F. 4e Série t. VI 1906, p. 88—90, pl. I; pl. III, f. 6.

Diese retikulierte Art ist neuestens von *J. Boussac* in Sandsteinblöcken am Engstlensee (Gadmerflühe, autochthon) in schöner Erhaltung gefunden worden[3])

---

[1]) Nach freundl. Mitteilung des Herrn *Boussac.*

[2]) In *Fabiani:* Studio geo-paleontologico dei Colli Berici. Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, 1905, t. LXIV, p. 1811.

[3]) Nach freundl. Mitteilung und Demonstration in Zürich.

(vergl. pag. 22). Ich glaube auch die „N. intermedia-Fichteli“ *de la Harpe's* in der Sammlung Lausanne, von den Diablerets stammend, als N. Fabianii deuten zu müssen.

Schichthöhe: Obere Bürgenschichten, Niveau der Complanataschichten.

Begleiter: Nach *Renevier, de la Harpe* u. a. Nummulina striata, Murchisoni var. minor, Tournouëri, Boucheri.

Biolithologischer Charakter: In neritischem Sandstein und Sandkalk, nicht fern von der Küste.

Die megasphärische Generation, N. Fichteli *de la Harpe*[1]) (= N. garansensis d'Arch.) hat seit der Abtrennung der N. Fabianii keinen eigenen Namen erhalten. N. garansensis wird von *de la Harpe* von den Gadmerflühen erwähnt, woher N. Fabianii stammt.

Weitere fragliche Nummulinen der Schweizeralpen.

Nummulina intermedia d'Archiac.

D. Archiac et H., Monogr. d. Numm., p. 99, pl. III, f. 3. (pars.)
J. Boussac, B. S. G. F. 1906, pl. III, f. 25.

Diese retikulierte Art wurde bis 1906 nicht von N. Fabianii getrennt. Was *d'Archiac, de la Harpe, v. Hantken* und *Oppenheim* als N. intermedia-Fichteli bezeichnen, muss nach *Boussac* teilweise der N. Fabianii zugeschrieben werden.

Nummulina Fichteli Michelotti (non *de la Harpe,* Ägypten) = megasphärische Generation von N. intermedia.

Michelotti, Saggio storico dei rizop. caratter. dei terr. sopracret 1841, p. 44, pl. III, f. 7.
D'Archiac et H., Monogr. d. Numm., p. 100, pl. III, f. 5. (pars.)

Nummulina intermedia-Fichteli werden nach Bestimmungen *de la Harpe's* von *Renevier* aus dem „calcaire à petites Nummulites“ der Diablerets erwähnt, ebenso von *Baltzer,* nach *de la Harpe* von den Gadmerflühen. Doch hat Herr *Boussac* die letzteren als N. Fabianii erkannt, und ich glaube auch diejenigen der Diablerets aus der gleichen Schichthöhe als N. Fabianii auffassen zu müssen.

Nummulina laevigata[2]) Brug. — **Lamarcki** d'Arch. et H.

Diese retikulierte Art, die im calcaire grossier des unteren Lutétien im Pariserbecken so häufig und bezeichnend ist, wird von *Mayer-Eymar*[3]) aus

[1]) *De la Harpe:* Monogr. d. in Ägypten u. d. lyb. Wüste vork. Nummul. Palaeontographica, Bd. XXX. 1883. Tab. XXXV, f. 23—28.
[2]) Vergl. besonders *H. Douvillé,* B. S. G. F. 1902, pl. V.
[3]) In *Kaufmann,* Beiträge Lfg. 14, 1877, p. 105.

den Nummulitenkalken im Flysch von Iberg (Blangg), Gschwend, Heikenflühli, Sauerbrunn und von Steinbach-Einsiedeln etc. erwähnt. Die Bestimmung wird wohl unrichtig sein. Ich habe noch nirgends in der Schweiz die typische N. laevigata gefunden, auch nicht in Sammlungen gesehen.

Nummulina scabra Lam., eine grob granulierte Varietät der N. laevigata, wird ebenso wiederholt von *Mayer-Eymar* aus Iberg und Einsiedeln aufgeführt, konnte aber bisher noch weniger bestätigt werden als N. laevigata.

Nummulina planulata Lam.-**elegans** Sow., bezeichnend für das französische Untereocaen, wird ebenso von *Mayer-Eymar* von Einsiedeln erwähnt. Die Bestimmung ist ein Irrtum, wie bereits *de la Harpe*[1]) ausgeführt hat. Dagegen bestimmt *de la Harpe* in *Baltzer* von den Gadmerflühen **N. cf. planulata.** (Vergl. Anmerkung pag. 22.)

Nummulina Lyelli d'Arch. (= Varietät von N. Gizehensis Ehrenb.) wird ebenso von *Mayer-Eymar* aus allen Lokalitäten der Nummulitenkalke von Iberg und Einsiedeln aufgeführt. Ebenso gibt *Mösch* diese Art aus dem Säntisgebirge an. *De la Harpe* hat jedoch bereits diese Bestimmung zurückgewiesen, doch trifft der Fehlgriff weder *Escher v. d. Linth,* noch *F. J. Kaufmann,* wie aus *de la Harpe's* Ausführung anzunehmen wäre. Einige derjenigen Exemplare, die in der geol. Sammlung des eidgen. Polytechnikums in Zürich von *Mayer-Eymar* als N. Lyelli aufgestellt sind („Kistenpass“, „Blangg bei Iberg“, „Nordabhang Walenberg“, „Köpfenstock“ etc.) konnte ich als Assilina exponens erkennen!

Ich habe mich absichtlich in dieser Arbeit auf keine Foraminiferenbestimmung *Mayer-Eymar's* verlassen. Die obigen Bemerkungen genügen, um zu zeigen, dass die Listen dieses Autors in bezug auf die Foraminiferen ignoriert werden müssen.

Genus *Assilina* d'Orbigny.

Schale im Querschnitt ganz oder teilweise umfassend, Protoplasma nicht umfassend, evolut; daher (von der Mitte bis an die Peripherie) auch keine Leisten.

Die Assilinen sind in den Bürgenschichten und im Flysch ausserordentlich häufig und von besonderer Wichtigkeit. Nur in der ursprünglich nordwestlichen Hauptfacieszone der Pilatusschichten, in den zentralen und westlichen Schweizer-

[1]) *De la Harpe:* Etude d. Numm. de la Suisse, p. 171. (pl. VII, f. 1—11).

alpen scheinen sie gänzlich zu fehlen. Aber auch der Flysch der westlichen Schweizeralpen scheint wenigstens teilweise keine Assilinen zu beherbergen.

1 B. Assilina exponens J. de C. Sowerby.

Taf. VII, Taf. VIII, Fig. 20 pars.

D'Archiac et *Haime,* Monogr. d. Numm., 1853, p. 148—150, pl. X, f. 1—4, 6, non 8.

Assilina exponens ist der eleganteste und vornehmste Nummulit der Schweizeralpen.

α) **Typus** d'Arch. (Taf. VII, Fig. 1—4, 13—18).

Wie im zitierten Werk *d'Archiac's* schwächer (Taf. VII, Fig. 3, 14) oder stärker (Taf. VII, Fig. 16) granuliert, meist mit leichter Zentraldepression (Taf. VII, Fig. 13, 14, 16, 18, 19). Wie Taf. VII, Fig. 18, 19 und 22 zeigen, entsteht diese dadurch, dass die Schalen ontogenetisch vom involuten nummuliniformen Stadium zum halb evoluten übergehen und die axiale Partie von den späteren Spiralblättern nicht mehr umfasst wird. So wird die am dicksten angelegte axiale Partie im Laufe der ontogenetischen Entwicklung zur Zentraldepression. Der Rand verjüngt sich etwa vom halben Durchmesser an (im Gegensatz zu A. granulosa) bis zum Rand, der zwar schmal, aber nicht messerscharf, im Querschnitt auch nicht spitzbogenförmig ist (Taf. VII, Fig. 18, 19—22; Taf. VIII, Fig. 20). Pfeiler (Tuberkel, Granulationen) mehr oder weniger regelmässig in der Spirale angeordnet; vorherrschend auf den Septen resp. an deren Stelle (Taf. VII, Fig. 16), aber auch zwischen den Septen (Taf. VII, Fig. 13, 15) und dann auf dem Spiralblatt sitzend. Septen auf der Oberfläche geradlinig radial (Taf. VII, Fig. 1—4, 13—16), in der Medianebene ebenso radial, in den äusseren Windungen oft weniger regelmässig werdend, schwach rückwärts geneigt und schwach gebogen (Taf. VII, Fig. 17). Zentralkammer beim Exemplar der Taf. VII, Fig. 17 gemessen 0,06 mm (äusserer Durchmesser). Windungen 15—25. Häufig Verdoppelung der Umgänge (Taf. VII, Fig. 17), so dass auf dem Querschnitt auf eine Schale oft zwei oder gar drei Protoplasmawindungen geschnitten werden (Taf. VII, Fig. 18).

Dimensionen: Fast überall in der normalen Grösse des Typus; kleine Varietäten habe ich (zum Unterschied von A. granulosa) nicht gefunden. Grösster Durchmesser = 35 mm. Beispiele: 34 × 2,6; 32 × 3; 30 × 2,9; 29 × 3; 27 × 3; 26 × 2,9; 25 × 3,3; 20 × 2,7 mm usw. Verhältnis von Dicke zu Durchmesser durchschnittlich 1 : 9 bis 1 : 10, bei den gross ausgewachsenen auch kleiner, bei den jungen bis 1 : 6.

Schichthöhe: Weitaus vorherrschend und bezeichnend für die Bürgenschichten und zwar für die unteren Bürgenschichten, seltener und vereinzelt in den oberen Bürgenschichten (vergl. Kistenpass pag. 16, Nr. 3), unbekannt in den oberen Pilatusschichten (?), wieder unregelmässig auftretend in etwas kleinerer Gestalt in den unteren Nummulitenkalklagen im Flysch, Einsiedlerschichten, nachher definitiv verschwunden. In den Glauconitkalken der Mürtschenfacies und der Bürgenfacies förmlich gesteinsbildend.

Lokalitäten:

1. Aus den unteren, glauconitischen Bürgenschichten von Flifalte, Sere am Walensee, Netstall, Glarus, Klöntalersee, Calanda, Kistenpass, Sisikon, Seewen, Bürgenstock etc.
2. Aus dem unteren Flysch von Brand-Walensee (Axendecke?), Lowerzersee-Schwanau, Altdorf-Spiringen (autochthon), Sarnen-Flühli. *Kaufmann* erwähnt A. exponens weiter aus dem unteren Flysch von Unter-Gründli an der Entle, aus der Schlierengegend und dem subalpinen Flysch nördlich der Schrattenfluh, welche die Fortsetzung der Lowerzer-Zone ist.

Begleiter: Orthophragmina discus, Nummulina uroniensis, (N. complanata).

Biolithologischer Charakter: Ausgesprochene Vorliebe für Glauconitgesteine, Grünsande und Glauconitkalke; lebt weit weg von der Küste, verträgt nicht die geringste Beeinflussung von Brackwasser, lebt vorzugsweise in grösserer Meertiefe unter relativ langsamem Absatz der Sedimente; weicht grobklastischen Beimengungen; niemals in Lithothamnienkalken — stenopisch, stenolithisch bis hemistenolithisch, stenobath für die bathyale und hyponeritische Zone.

β) **Var. tenuimarginata** n. (Taf. VII, Fig. 19—20, 21—22 pars, 39; Textfig. 23 C).

Diese in den Schweizeralpen häufige Varietät fiel mir zuerst auf im „Assilinengrünsand“ von Bommenalp-Sonder im Säntis, wo ich zwar zuerst nur eine äusserst schmale, glatte megasphärische Assiline fand. Ich hielt sie für eine neue Species, bis ich die zugehörige microsphärische Form — var. tenuimarginata — fand, die sich spezifisch vom Typus der Assilina exponens nicht abtrennen lässt und mit dem Typus auch innerhalb des gleichen Gesteines meist durch alle Übergänge verbunden ist.

Unterschiede gegenüber dem Typus sind: Randzone, etwa vom halben Durchmesser an äusserst schmal[1]); Verhältnis von Dicke zu Durchmesser

[1]) Vielleicht lässt sich diese Varietät noch zweiteilen, da die einen (Flühli) in der mittleren Partie stark granuliert sind, die anderen meist völlig glatt zu sein scheinen.

1 : 10 — 1 : 15, sonst gleiche Grösse wie der Typus. Die äusseren Windungen werden völlig evolut (Taf. VII, Fig. 20).

Schichthöhe: Mit Ausnahme von Sarnen-Flühli, wo diese Varietät im unteren Teil des unteren Flyschs entwickelt ist, fand ich sie nur in der bathyalen Mürtschenfacies (Assilinengrünsand) der unteren Bürgenschichten in den östlichen Schweizeralpen.

Lokalitäten: Aus den Bürgenschichten von Bommenalp-Säntis (Säntisdecke; Ober-Baumgarten-Linthtal (autochthon.); Netstall (Glarnerd.); Klöntalersee (Glarnerd.); Gross-Aubrig-Bärlauibach (Säntisd.); Klein-Aubrig-Nordseite (Säntisd.); Surbrunnentobel-Iberg bei ca. 1100 m; Claridengebiet (autochthon.). Aus dem unteren Flysch von Sarnen-Flühli, zwar stärker granuliert als im tieferen Niveau (Taf. VII, Fig. 21—22, besonders Fig. 22 unten).

Biolithologischer Charakter: Für diese Varietät gilt das gleiche wie für den Typus; der stenopische Charakter ist noch verschärft, indem mir diese Varietät bis jetzt überhaupt nur aus stark glauconitischen, bathyalen (bis hyponeritischen) Bildungen bekannt ist.

1 A. Assilina mamillata d'Archiac.

Taf. VII, Fig. 5—12, 23—39; Taf. VIII, Fig. 20 oben.

D'Archiac et *H.*, Monogr. d. Numm., p. 154, pl. XI, f. 6—8.

α) **Typus** (d'Arch.).

Dimensionen: Durchmesser bis 9 mm; Dicke variabel, bis 2,5 mm. Beispiele: 8,5 × 2,0; 8,4 × 2,5; 8 × 2; 7,5 × 1,5; 7 × 2,4; 7 × 2,2; 6,4 × 2,5; 6 × 1,9; 5,5 × 1,8; 4,5 × 1,8 mm etc. Verhältnis von Dicke zu Durchmesser 1 : 4,2 (bei den grossen) bis 1 : 2,5 (bei den kleinen Exemplaren); durchschnittlich 1 : 3,4.

Beschreibung: Oberfläche glatt (Taf. VII, Fig. 24—25) oder im axialen Teil kräftig granuliert[1]) (Taf. VII, Fig. 23, 27—29). Die in der Medianebene dünnen Septen verdicken sich oft in der axialen Region zu kurz abgestumpften

[1]) Der Typus *d'Archiac's* ist nicht granuliert. Auch abgesehen von der grossen Variabilität der Granulation kann jedoch die granulierte megasphärische Form vom Typus deshalb nicht getrennt werden, weil der zugehörige microsphärische Typus d'Archiac's oft kräftig granuliert ist. Die Granulation ist überhaupt bei den Assilinen eines der veränderlichsten Merkmale, auf das zur Artbestimmung kein grosses Gewicht gelegt werden darf.

Klötzen oder Brettern, die seitlich auf den zu einem Stück verschmolzenen Schalen weiss hervortreten (Taf. VII, Fig. 27, weniger auffallend 23, 25, 28, 29). So kann das Ausgehende der Septen auf der Oberfläche die sechsfache Dicke der Septen im Medianschnitt erreichen (zu vergl. Taf. VII, Fig. 27 und 35—37). Die Pfeiler liegen entweder auf den Septen oder vertreten sie, indem sie aus ihnen durch Teilung hervorgehen, oder sie liegen unabhängig zwischen den Septen (Taf. VII, Fig. 23—29). Die Schale bleibt zeitlebens umfassend, involut. Die Septen sind im Medianschnitt gerade radial oder schwach rückwärts gebogen. Zentralkammer 0,5—0,6 mm Durchmesser, erste Kammer im Medianschnitt annähernd halbkreisförmig. Windungen 5—8.

Schichthöhe, Lokalitäten und Facies-Charakter wie A. exponens. Die megasphärische Generation ist aber im allgemeinen weniger häufig als die microsphärische, oder doch weniger auffallend.

β) Var. **tenuimarginata** n. (Taf. VII, Fig. 38, Textfigur 23 D).

Als ich die so bezeichnete Form zuerst im „Assilinengrünsand“ (untere Bürgenschichten) bei Bommenalp-Blättli im Säntisgebiet fand, wo ihre Merkmale extrem ausgebildet sind, hielt ich sie für eine neue Art. Dann aber fand ich sie auch an verschiedenen anderen Stellen in den gleichen Schichten und stets daneben A. exponens mit sehr schmaler Randpartie, oder überhaupt mit auffällig dünnem Querschnitt. So sehr die megasphärische Form von Bommenalp auf der Oberfläche und im Querschnitt spezifisch zu sein scheint, muss sie doch infolge der vielen Übergänge zum Typus innerhalb der gleichen Schichten als Varietät von Ass. mamillata aufgefasst werden. Um einen weiteren neuen Namen zu vermeiden, bezeichne ich sie wie die zugehörige microsphärische als Var. tenuimarginata.

Querschnitt und Oberfläche ähnlich einer megasphärischen Orthophragmina Pratti; glatt, nicht gepfeilert, mit mehr oder weniger starkem Zentralknopf, Rand auffallend schmal.

Dimensionen: Durchmesser bis 9 mm, Dicke ca. 1 mm, bei 6 Windungen, Verhältnis 1 : 6.

Schichthöhe: Nur in der bathyalen Facies des Assilinengrünsandes und Glauconitkalkes der unteren Bürgenschichten bekannt.

Lokalitäten: Bommenalp-Blättli im Säntisgebiet, Ober-Baumgarten bei Linthtal (autochthon), Netstall-Glarus (Glarnerdecke).

Die beschriebene Varietät stimmt mit keiner der Varietäten *d'Archiac's* überein, auch nicht ganz mit Assilina subgranulosa Opp. und A. subexponens Opp., die *P. Oppenheim* [1]) als neue Species beschrieben hat.

Ontogenetische Stadien von Assilina exponens-mamillata.

Es lassen sich deutlich drei aufeinanderfolgende Stadien der Entwicklung unterscheiden:

1. Schale vollkommen involut, nummuliniform, jedoch von Nummulina bereits dadurch unterschieden, dass nur die Schale, nicht aber das Protoplasma im Querschnitt umfassend ist.
2. Schale halb involut, die axiale Partie nicht mehr überdeckend. Diese beiden Stadien 1 und 2 sind in schönster Weise aus Taf. VII, Fig. 18 zu entnehmen.
3. Schale, evolut, operculiniform, die äusseren Windungen im Querschnitt kappenförmig aufgesetzt. Das ist das Endstadium von A. exponens var. tenuimarginata (Taf. VII, Fig. 20, 22 Mitte unten).



Fig. 24.

Schematische Querschnitte durch die Assilinen der Schweizeralpen.

(Nat. Grösse.)

A = A. exponens typ.
B = A. mamillata typ.
C = A. exponens var. tenuimarginata n.
D = A. mamillata var. tenuimarginata n.
E = A. granulosa var. major n.
F = A. granulosa var. minor n.
G = A. Leymeriei.

Vergleichen wir diese drei Stadien mit der megasphärischen Generation, so konstatieren wir, dass diese auf dem ersten nummuliniformen Stadium zeitlebens stehen bleibt. Bei den kleineren Exemplaren ist noch wie bei den Kernwindungen der microsphärischen Generation die axial gelegene Partie der äussersten Schale ebenso dick wie die peripherische (Taf. VII, Fig. 31—33). Bei den grössten hingegen ist bereits in den zwei äussersten Schalen eine Verdünnung gegen die axiale Partie zu konstatieren (Taf. VII, Fig. 30, 34). Aber damit ist die Entwicklung abgeschlossen, und daher kann auch keine Zentraldepression bei der megasphärischen Generation zustande kommen. An Stelle der Vertiefung bei A. exponens liegt die knotenförmige Anschwellung bei A. mamillata.

[1]) *P. Oppenheim:* Über die Nummuliten des venetianischen Tertiärs. Berlin 1894, p. 27—28, Fig. 13, 14, 16.

2 B. **Assilina granulosa** d'Archiac.

Taf. VIII, Fig. 1—18; Taf. VI, Fig. 26 pars, 28 pars (vergl. Tafelerklärung).

D'Archiac et *Haime,* Monogr. d. Numm., p. 151, pl. X, f. 11—19.

Allgemeines.

Diese Art kommt in den Schweizeralpen mit Ausnahme der Nummulitenbasis in der Drusbergdecke nur im Flysch, in den Einsiedlerschichten vor und ist auch nur aus den östlichen und zentralen Schweizeralpen bekannt. Hier aber ist sie eine der häufigsten, in den östlichen Schweizeralpen sogar die häufigste Nummulitenart, die fast überall, oft gesteinsbildend, in den Nummulitenkalken des Flyschs auftritt. Die Abtrennung gegen Assilina exponens bildet mit Ausnahme weniger Nummulitenkalke im unteren Teil der Einsiedlerschichten, wo gelegentlich beide Arten zusammen vorkommen, keine Schwierigkeiten. Es lasssen sich zwei Varietäten unterscheiden, eine grosse und eine kleine. Sie stehen in dem Verhältnis zu einander, dass die kleine nicht fehlt, wenn die grosse vorhanden ist; umgekehrt aber tritt in den meisten Fällen die kleine allein auf.

α) Var. **major** n. (Textfigur 23 E und Taf. VI, Fig. 26 rechts am Rand).

Während *d'Archiac* eine Grösse der A. granulosa von 15—18 mm angibt, fand ich in den schweizerischen Nummulitenbildungen ausnahmsweise solche von bis 27 mm Durchmesser. Bei mehr als 15 mm werden die Schalen relativ dünn und Pfeiler und Granulation verschwinden (Taf. VI, Fig. 26 rechts). Die seltenen freien Exemplare, die ich einzig am Flibach finden konnte, haben eine glatte Oberfläche und sind ohne Querbruch kaum von N. irregularis zu unterscheiden. Die Granulation ist nicht das Charakteristikum der Assilina granulosa, sondern vielmehr die lemniskatenartige Form des Querschnittes, die Form der Kammern im Quer- und Medianschnitt usw. Der Name „granulosa" ist nicht gut gewählt.

Dimensionen: 27 × 2; 24 × 2; 24 × 1,5; 21 × 1,2; 16 × 1,3 mm; Verhältnis von Dicke zu Durchmesser = 1 : 11 bis 1 : 17, durchschnittlich 1 : 15, die Dicke im axialen Teil gemessen. Nahe dem Rande ist die Dicke meist etwas grösser.

Schichthöhe und ***biolithologischer Charakter*** siehe var. minor.

Lokalitäten: Wildhaus-Lisighaus (Säntisdecke); Ragaz, südlicher Steinbruch, autochthon (pag. 70—72); (Stockfluh-Iberg-Drusbergdecke); Einsiedeln-Steinbach! bis 27 mm Durchmesser (pag. 109); Unter-Camperdun und Trosgi bei

Elm, autochthon (Blattengratschichten); Lowerzersee, Insel Schwanau (p. 103) gleich wie Steinbach; Sarnen-Flühli (pag. 100).

β) Var. **minor** n. (Taf. VIII, Fig. 1—13, 14 pars., Textfig. 24 F, p. 246.)

Diese stimmt teilweise mit der Var. a in der Monographie von *d'Archiac* et *H.*, p. 152, pl. X, f. 19 überein, ist jedoch meist deutlich granuliert und tuberkuliert. (Taf. VIII, Fig. 5—10). Die Zone nahe am Rand ist am dicksten (Taf. VIII, Fig. 1, 2, 14), gleich dick wie die Mitte, oder es ist doch keine gleichmässige Zuschärfung von der mittleren Partie gegen den Rand vorhanden, wie bei A. exponens-mamillata. Schale vollkommen involut oder in den äussersten Windungen zur evoluten Aufrollung neigend (Taf. VIII, Fig. 3, 4). In der axialen Gegend lassen sich aber die einzelnen Schalen im Gegensatz zu A. exponens nicht mehr deutlich voneinander unterscheiden (Taf. VIII, Fig. 1—4, 14). Granulation meist deutlich (Taf. VIII, Fig. 5—7), schwach (Taf VII, Fig. 8—10) oder gar nicht ausgesprochen, so dass der Name „granulosa" eigentlich keinen Sinn mehr hat. Lage der Pfeiler ähnlich wie bei A. exponens auf den Septen, diese ersetzend, oder dazwischen (Taf. VIII, Fig. 5—10), oft in Form von Strichpunkt-Reihen spiral geordnet. Im Medianschnitte sind die zarten Septen leicht, aber konstant rückwärts geneigt und an ihrem distalen Ende sichelförmig rückwärts gebogen. Doch ist dieses Anschmiegen an das Spiralblatt der nächstfolgenden Windung nur genau in der Symmetrieebene vorhanden (Taf. VIII, Fig. 13). Die rückwärts geneigte Lage der Septen schimmert jedoch oft bis an die Oberfläche durch (Taf. VIII, Fig 6, 8, besonders aber 9, 10). Die Kammern sind durchschnittlich und bis an die Peripherie etwas höher als breit (Taf. VIII, Fig. 12—13). Im Querschnitt erscheinen die Kammern annähernd als gleichschenklige Dreiecke (Taf. VIII, Fig. 3), deren gleichwertige Seiten meist leicht auswärts und deren unpare Grundlinie leicht einwärts gekrümmt ist (Taf. VIII, Fig. 1—4). Bei gleichem Radius sind sie breiter als bei A. exponens (genau wie d'Arch. et H., Monogr. pl. X, f. 19 d.). Äusserer Durchmesser der Zentralkammer ca. 0,06 mm; Windungszahl 8—12. Durchmesser 7—12 mm, nicht über 13 mm.

Dimensionen der Exemplare vom Flibach-Reservoir: 11 × 1,4; 11 × 1,8; 10 × 1,4; 9,8 × 1,9; 9,5 × 1,6; 9 × 1,7; 9 × 1,8; 8,8 × 1,9; 8,2 × 1,6; 7,8 × 1,7; 7,9 × 1,5; 6,8 × 1,4 etc.

Verhältnis von Dicke zu Durchmesser = 1 : 8,5 bei den grossen, bis 1 : 4,5 bei den kleinen, durchschnittlich 1 : 5,5 bis 1 : 6,5. Von anderen Fundorten kann das Verhältnis bis 1 : 3 werden (Taf. VIII, Fig. 14).

γ) Subvar. **laevitenuis** n.

Am Fuss des merkwürdigen Nummulinen-Lithothamnienkalkfelsens „Gufler" am Flibach sammelte ich aus schieferigem Kalkmergel eine grössere Zahl von Assilinen, die von der typischen A. granulosa var. minor („Reservoir") durch folgende Eigenschaften abweichen: Sie sind 1. aussergewöhnlich dünn; 2. an Stelle der Zentraldepression ist häufig ein Zentralknoten ausgebildet; 3. Oberfläche glatt oder kaum granuliert. Ich komme davon ab, sie als eine blosse Facies-Rasse zu betrachten, weil im gleichen Mergelgestein am Flibach-Eckstein die Assilinen umgekehrt besonders dick und kurz gewachsen sind (Taf. VIII, Fig. 14). Durchmesser bis 12,5 mm.

Dimensionen einiger Exemplare vom Gufler: 12 × 1,5; 12 × 1,4; 11,5 × 1,5; 11,5 × 1,1; 11 × 1,4: 10,2 × 1,4: 10 × 1,5; 8,6 × 1,2 8,7 × 1,4: 8,3 × 1,4 etc. Durchschnittliche Dicke 1,3—1,4 mm. Verhältnis von Dicke zu Durchmesser 1 : 5,8 bis 1 : 10,4, durchschnittlich 1 : 7,7.

Lokalitäten der var. minor (inkl. subvar. laevitenuis): Aus den Bürgenschichten (?) von Iberg-Stockfluh. Aus den Flysch-Einsiedlerschichten vom Flibach-Reservoir!, wo diese Art zu hunderten frei herausgewittert gesammelt werden kann (Taf. VIII, Fig. 1—4, 8—10, 13); Flibach-Eckstein (Taf. VIII, Fig. 14); Flibach-Renzletenbach (Taf. VIII, Fig. 5—7, 11); Flibach-Gufler (subvar. laevitenuis und gewöhnliche dicke var. minor, Taf. VIII, Fig. 12); Goggeien-N. im Toggenburg; Amden-Lochalp; Wildhaus-Tobbach und Lisighaus; Ragaz, südlicher Steinbruch (pag. 72); Weisstannen (Blattengratschichten); Elm-Blattengrat, Trosgi, Camperdun, Knollen; Bischofalp und Kühbodenalp in der Kärpfgruppe (Wildflysch); Krauchtal östlich Sernftal, Blattengratschichten (zu vergl. pag. 73—78); Spiringen im Schächental; Einsiedeln-Kalch; Hagelfluh; Iberg-Gschwend und Niedlau; Lowerzersee-Schwanau etc. *Kaufmann* erwähnt unter der Bezeichnung N. placentula Desh. unsere Art ferner aus dem subalpinen Flysch von Thoregg, westlich der kleinen Emme.

2 A. Assilina-Leymeriei d'Archiac et H.

Taf. VIII, Fig. 15—17; Textfigur 23 G.

D'Archiac et *H.*, Monogr. d. Numm., p. 153, pl. XI, f. 9—12.

Von den beiden microsphärischen Varietäten ist mir bis jetzt nur die zugehörige megasphärische Generation der Var. minor bekannt geworden. Es kommt dies davon her, dass die var. major nirgends für sich in leicht verwitterbarem Gestein zu finden war.

Die Form ist die gleiche wie bei A. granulosa, nur dass hier der Rand nicht mehr verdickt erscheint. Zentralkammer nur 0,3—0,4 mm (Taf. VIII, Fig. 18); 5—8 Windungen.

Dimensionen: Durchmesser 3—5 mm. Beispiele vom Flibach: $4{,}6 \times 1$; $4{,}5 \times 0{,}9$; $4{,}3 \times 0{,}9$; $4{,}2 \times 0{,}7$; $4{,}0 \times 1{,}1$; $3{,}0 \times 0{,}7$; $2{,}9 \times 0{,}7$ mm etc. Verhältnis durchschnittlich 1 : 5.

Schichthöhe und Lokalitäten siehe A. granulosa.

Subvar. **laevitenuis** n. vom Flibach-Gufler.

Vollkommen glatt, papierdünn, ebenflächig; grösster Durchmesser 6 mm. Beispiele: $6 \times 0{,}8$; $6 \times 0{,}7$; $5{,}5 \times 0{,}6$; $5{,}6 \times 1{,}0$; $5{,}2 \times 0{,}8$; $5{,}0 \times 0{,}5$; $5{,}0 \times 0{,}9$; $4{,}5 \times 0{,}9$; $4{,}0 \times 0{,}6$; $3{,}8 \times 0{,}5$; $3{,}0 \times 0{,}5$ etc.

Verhältnis von Dicke zu Durchmesser = 1:5 bis 1:10, durchschnittlich 1:7.

Biolithologischer Charakter von Assilina granulosa-Leymeriei. Weitaus vorherrschend in zoogenen, neritischen Kalken; nicht, oder nur ausnahmsweise im Lithothamnien-Riffkalk. Auch im Glauconitkalk (Flibach, Steinbach-Einsiedeln) und im glauconithaltigen Mergel (Flibach) von hyponeritischem Habitus — hemistenopisch; scheint für die tiefer neritische und hyponeritische Zone stenobath zu sein.

Beziehungen und Unterscheidungsmerkmale von Assilina exponens-mamillata und A. granulosa-Leymeriei.

Nur in gewissen Nummulitenkalklagen mit mehr oder weniger Glauconitgehalt, in der Einsiedler Flyschgruppe, kommen Assilina exponens und granulosa beieinander vor, nämlich:

1. In der tiefsten Nummulitenkalklage im Flysch der Flifalte bei Weesen, wo noch A. exponens-mamillata bei weitem vorherrscht (Axendecke).
2. Auf der Insel Schwanau-Lowerzersee, wo umgekehrt die exponens-Form zurücktritt (Säntisdecke).
3. Bei Spiringen an der Klausenpassstrasse, wo A. exponens vorherrscht, aber daneben, zwar in helleren, massigeren Nummulitenkalk-Lagen A. granulosa var. minor typisch vorhanden ist (autochthon).
4. Bei Flühli-Sarnen, Hotel Stolzenfels, wo Ass. granulosa noch deutliche Anklänge an die Exponens-Form zeigt.

An den genannten Stellen scheinen die beiden Arten durch Übergänge miteinander verbunden zu sein.

Man könnte daran denken, dass sich in diesen Schichten der Übergang von der Species exponens zur Species granulosa vollziehe. Bedenkt man aber andererseits,

dass sich die beiden in litho-biologischer Hinsicht grundverschieden verhalten; die eine neritisch-zoogene, die andere glauconitische bathyale Bildungen bevorzugt, so könnte man auf den Gedanken kommen, es handle sich nur um zwei Facies-Rassen. Legen wir endlich das Hauptgewicht auf die Anatomie, so müssen wir zu dem Schlusse kommen, dass zwei gute getrennte Arten vorliegen. Ein genaueres Studium derjenigen Nummulitenschichten im Flysch, die beide Formen enthalten, könnte wertvolle Resultate ergeben. Im folgenden machen ich den Versuch, die wichtigeren unterscheidenden Merkmale der beiden schweizerischen Hauptformen tabellarisch zusammenzustellen:

	Assilina exponens-mamillata, Typus		**A. granulosa** Leymeriei var. **minor**	
Durchmesser in mm	35 maximum, 25 Durchschnitt		13 maximum, gewöhnlich 12	
Verhältnis von Dicke zu Durchmesser	microsphärisch 1 : 9 bis 1 : 10	megasphärisch 1 : 3,4	microsphärisch 1 : 6	megasphärisch 1 : 5
Querschnitt der microsphärischen Generation	Zentraldepression (wenn vorhanden) klein, grösste Dicke nahe der Mitte, Rand sich allmählich zuschärfend. Äussere Windungen halb evolut		Zentraldepression (wenn vorhanden) gross, grösste Dicke nahe dem Rand — Lemniskatenform. Äussere Windungen meist noch involut	
Querschnitt der megasphärischen Generation	axialer Teil aufgebaucht		keine axiale Anschwellung	
Kammern im Querschnitt der microsphär. Generation	halb elliptisch, und von der vorhergehenden Windung ebenso elliptisch ausgeschnitten; relativ schmal und klein		mehr oder weniger dreieckförmig mit convexen parigen Seiten und concaver Grundlinie (oder breite Ellipse). Kammern oft sehr breit in den äusseren Windungen	
Zahl der Windungen	microsphärisch 15—25	megasphärisch 5—8	microsphärisch 8—12	megasphärisch 5—8
Durchmesser der Megasphäre	0,5—0,6 mm		0,3—0,4 mm	
Septen in der Medianebene	mehr oder weniger geradlinig radial		leicht schief rückwärts geneigt (und distal kräftig zurückgebogen)	
Schichthöhe	Bürgenschichten, seltener im unteren Flysch		unterer Flysch, Einsiedlerschichten	
Biolithologischer Charakter	Vorliebe zu bathyalen und glauconitreichen Bildungen		Vorliebe zu neritischen, zoogenen Bildungen	

3. Assilina spira de Roissy (?).

Weder die typische Assilina spira *de Roissy* — subspira *de la Harpe*, noch Assilina praespira *Douvillé*[1]) sind in der Schweiz einwandfrei nachgewiesen. A. spira figuriert in den Listen von *Mayer-Eymar* über Einsiedeln, während sie unter den Bestimmungen von *Kaufmann* nie erwähnt wird. Unter den tausenden von Assilina granulosa kommen selten solche vor (Iberg), die ganz leichte Spiralkerben auf der Oberfläche zeigen, aber dem Typus granulosa viel näher stehen als der Assilina spira. Es ist dies ein Unterschied gegenüber dem Kressenberg in Bayern, dessen Schichthöhe und Fauna sonst auffällig mit derjenigen von Einsiedeln übereinstimmt. Aber auch dort ist, wie ich mich an Ort und Stelle (und auch in der Sammlung in München) überzeugen konnte, neben der Assilina spira häufiger eine Zwischenform zu Assilina granulosa vorhanden. Vielleicht findet man Assilina spira auch noch in der Schweiz, am ehesten noch wäre sie im Einsiedlerflysch, der Gegend von Iberg zu erwarten.

Auch Assilina Nili und minima[2]) de la H. konnte ich bisher in der Schweiz nicht erkennen.

Genus *Operculina* d'Orbigny.

Weder Schale noch Protoplasma im Querschnitt umfassend, Windung evolut.

Diese durch ihre evolute Aufrollung und schmal rechteckigen, brettartigen Querschnitt gekennzeichnete Gattung führt nach *H. Douvillé*[3]) zu Assilina über, nämlich in den Arten Operculina canalifera d'Arch. und Assilina praespira Douv. Daher kann Operculina entgegen *Schubert* nicht von der Unterfamilie der Nummulitinae abgetrennt werden (vergl. p. 207). Operculina ist in den Schweizeralpen zwar weit verbreitet, aber im allgemeinen selten. Daher ist auch noch weniges bekannt. Man kennt noch nicht die zusammengehörigen micro- und megasphärischen Generationen. Ich muss mich daher mit einer blossen Aufzählung der bisher in den Schweizeralpen gefundenen Arten begnügen.

Operculina gigantea Mayer-Eymar

aus dem Flysch von Einsiedeln-Steinbach.

O. granulosa Leym.

nach *Mayer-Eymar* von Einsiedeln (unt. Flysch); vom Flibach-Reservoir (?) (unt. Flysch).

[1]) *H. Douvillé:* Le terrain nummulitique du Bassin de l'Adour, B. S. G. F. 1905, pag. 31, f. 3—4.
[2]) *De la Harpe:* Monogr. d. in Ägypten und der Lyb. Wüste vork. Numm., Palaeontographica Band XXX, 1883 p. 213, tab. XXXV, f. 29—34 und 35—42.
[3]) *H. Douvillé:* B. S. G. F. 1905 p. 31. — Foraminif. de Borneo: B. S. G. F. 1905, p. 459.

O. Escheri May.
vom Flibach-Reservoir (unt. Flysch), micro- und megasphärische Generation; nach *Kaufmann* aus dem Nummulitenk. des Lowerzerstockes (unt. Flysch).

O. canalifera d'Arch.
nach *Renevier* aus d. Pilatussch. der Diablerets (?), nach *Kaufmann* aus dem Nummulitenkalk im unteren Flysch (Einsiedlersch.) von Thoregg bei Flühli-Kl. Emme.

O. ammonea Leym.
nach *Kaufmann* aus d. Hohgantsandstein (Pilatussch.) vom Niederhorn, dem Lithothamnienkalk (Pilatussch.) von Oberbergli am Sigriswylergrat, dem „Pectinitenschiefer" (obere Pilatussch.) von Mueterschwandenberg; nach *Rütimeyer* auf Gemmenalp-Habkern (Pilatussch.); nach *Renevier* von den Diablerets (Pilatussch.); nach *Mayer-Eymar* von Einsiedeln (unterer Flysch).

O. Boissyi d'Arch. (?)
nach *Mayer-Eymar* von Einsiedeln (unt. Flysch); vom Flibach? (Flysch).

O. granulata Gümb.
nach *Kaufmann* vom Schimberg, Pilatuskette (Pilatussch.).

O. Studeri Kaufm. (Pilatus)
nach *Kaufmann* aus dem Pectinitenschiefer (obere Pilatussch.) von Laubalp am Pilatus und der Rigihochfluhkette: Zilistock, Egg, Urmiberg.

O. sulcata Kaufm. (Pilatus)
nach *Kaufmann* aus dem Pectinitenschiefer von Laubalp am Pilatus.

O. marginata Kaufm. (Pilatus)
nach *Kaufmann* aus dem Pectinitenschiefer von Laubalp am Pilatus.

O. rosacea Kaufm. (Pilatus)
nach *Kaufmann* aus dem Pectinitenschiefer von Laubalp und Birchboden am Pilatus.

Genus *Heterostegina* d'Orbigny.

Schale im Querschnitt umfassend, Protoplasma nicht oder halb umfassend, Kammern in der Medianebene sekundär geteilt.

Die Abtrennung und Unterschiede dieser Gattung gegenüber Spirolcypeus sind kürzlich von *H. Douvillé*[1]) und *J. Boussac*[2]) beschrieben worden, auf deren Arbeiten ich verweise. In der Schweiz sind nur zwei Arten bekannt:

[1]) *H. Douvillé:* Les Foraminifères dans le Tertiaire de Borneo. B. S. G. F., p. 455—464, pl. XVI.
[2]) *J. Boussac:* Développement et Morphologie de quelques Foraminifères de Priabona. B. S. G. F. 1906, p. 93—97.

Heterostegina (Spiroclypeus?) **reticulata** Rütim.

Rütimeyer: Schweiz. Nummulitenterrain, Denkschr. d. schweiz. nat. G., 1850 p. 109, Tab. IV, f. 61.

Gümbel: Abh. bayr. Ak. d. W., Bd X, 1870 p. 662, Taf. II, f. 110 a und b.

Diese Art wurde zuerst von *Brunner* auf den Ralligstöcken (Thunersee) in den Pilatusschichten gefunden. Sie unterscheidet sich nach *Kaufmann* 1886 durch die Rippung scharf von der glatten H. helvetica. *Kaufmann* findet sie 1886 ausser aus dem Lithothamnienkalk von Unter-Bergli-Sigriswylergrat und vom Schimberg (= Pilatusschichten) auch noch selten im unteren Teil des unteren Flyschs (Gruppe d. Stadschiefer) vom Kleinschlierentobel (Pilatusgebiet).

Heterostegina helvetica Kaufm.

F. J. Kaufmann: Pilatus, Beitr. z. geol. K. d. Schw. 1867, p. 153, Taf. IX, f. 6—10.

Kaufmann fand diese von ihm vortrefflich beschriebene und abgebildete Art nicht selten im unteren Flysch, auf Wängenalp, Gschwänd und Kleinschlierentobel in der Pilatuskette, sowie am rechten Ufer der kleinen Schliere hinter Seewli. 1886 erwähnt er sie auch aus dem unteren Flysch der subalpinen Flyschzone nördlich des Sigriswylergrates, westlich der Schrattenfluh bei Steiglen, und im Nummulitenkalk (Einsiedlersch.) auf Thoregg bei Flühli-Klein Emme vergesellschaftet mit Nummulina irregularis, distans (Kaufmanni), Assilinen etc. (vergl. *Kaufmann* 1886, p. 269, 340, 346, 549).

Biolithologischer Charakter dieser Heterosteginen wenig bekannt; z. T. neritisch, hemistenopisch?

II. Familie Orbitoididae.

Allgemeines.

Diese Familie (oder Unterfamilie) ist für die schweizerischen Nummulitenbildungen fast ebenso wichtig wie die der Nummulitiden. Zwar ist nur die grosse Gattung Orthophragmina, diese aber mit allen Untergattungen: Discocyclina, Asterocyclina, Actinocyclina und Rhipidocyclina vertreten. Die Individuenzahl ist äusserst gross; die Orthophragminen fehlen in keinem Nummulitenkalk.

Vielfach sind sie viel zahlreicher an Individuen als die Nummuliten, und auch dort oft noch massenhaft, wo die Nummuliten nur noch spärlich gedeihen oder ganz verschwunden sind. Es rührt dies davon her, dass viele Orthophragminen, besonders die Discocyclinen weniger an bestimmte lithologische Facies gebunden, d. h. weniger stenopisch sind, als die Nummuliten.

Trotz der überreichen Verbreitung sind die Orthophragminen noch wenig bekannt. Selten findet man sie losgelöst, und das Studium auf polierten Schliffen bietet ausserordentliche Schwierigkeiten und genügt nur selten zur sicheren Species-Fixierung. Auch die Abbildungen in der Orbitoiden-Literatur sind mangelhaft und die Synonimik noch nicht endgültig bereinigt. Daher kann auch die folgende Zusammenstellung nur eine annähernde Vorstellung von den Orthophragminen der Schweizeralpen bieten.

Ohne die wertvollen Ratschläge und Demonstration von Originalzeichnungen durch Herrn Professor *H. Douvillé* in Paris wäre es mir kaum möglich gewesen, die in der Schweiz häufigsten Arten Orthophragmina discus, Archiaci und Pratti voneinander zu unterscheiden. Mit Recht legen *Gümbel* 1870 und neuerdings auch *H. Douvillé* ein grosses Gewicht auf die Oberflächenstruktur der Orthophragminen, auf die Art und Verteilung von Pfeilern und Netzwerk, welche Merkmale *Schlumberger*[1]) in seinen neuen Arbeiten leider zu wenig beachtet hat. Eine gründlichere Revision als diejenige *Schlumberger's*, etwa wie die prächtige Monographie der Gattung Lepidocyclina von *Lemoine* und *Robert Douvillé* wäre sehr zu wünschen.

Was im folgenden gegeben wird, ist nicht eine Revision, sondern nur eine Übersicht.

Genus *Orthophragmina* Munier-Chalmas.

Mediankammern rectangulär, Septen radial.

Subgenus *Discocyclina* Gümbel.

Kreisrunde, randlich zugeschärfte Scheiben ohne radiale Rippen, mit einer einzigen äquatorialen Schicht von rectangulären Kammern.

[1]) *Ch. Schlumberger:* Notes sur les Orbitoides. B. S. G. F., 1901—1904.

1. Orthophragmina (Discocyclina) discus Rütimeyer (Orbitolites).

Taf. VIII, Fig. 19—27.

Rütimeyer: Schweiz. Nummulitenterrain. Neue Denkschr. d. a. schweiz. nat. G. 1850, p. 116—117, Tab. V, f. 71 (?), 80, 81.
F. J. Kaufmann: Pilatus. Beitr. z. g. K. d. Schw. Lfg. 5 1867, p. 160, Taf. X, f. 11—16.
Schlumberger:[1]) B. S. G. F. 1903, p. 279, pl. IX, f. 26.

Das Charakteristikum dieser noch sehr ungenügend bekannten Riesenart unter den Orthophragminen ist abgesehen von der Grösse nach *Kaufmann* und *H. Douvillé*[2]) die Struktur des Lateralnetzes in der periaxialen Partie: zwei oder mehr sehr kleine, geradlinig begrenzte Kammern zwischen je zwei kräftigen Pfeilern. (Vergl. *Kaufmann* l. c., Taf. X, Fig. 14). Allein nur auf wenigen der zahlreichen Individuen der Discusgruppe sind die Pfeiler so zu sehen, wie sie *Kaufmann* 1867 abgebildet hat. Leider gibt *Kaufmann* die Fundstelle der von ihm abgebildeten Exemplare nicht an, und ich suchte vergeblich im Museum in Bern nach den Originalen.

Vielleicht gelingt es mir später, genügendes Material zur Aufklärung der Riesen unter den Discocyclinen zu gewinnen; ich gebe hier mit Vorbehalt die folgenden vorläufigen Daten. — Ich glaube vier verschiedene Ausbildungen unterscheiden zu können, die in bezug auf die verschiedenen umhüllenden Gesteinsfacies den Charakter von Rassen, in bezug auf die Verschiedenheit der stratigraphischen Höhe als Mutationen zu betrachten sind.

a) Var. **granulatotenuis** n.

Ich verstehe darunter die von *Rütimeyer* aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke und des Sigriswylergrates erwähnte, papierdünne Form; Oberfläche (oft in konzentrischer Anordnung) granuliert. Ich fand diese auch noch im Hohgantsandstein am Beatenberg (p. 31). Durchmesser bis 50 mm, am Beatenberg und in Handstücken aus den Bürgenschichten vom Altenorenstock in der Claridengruppe (autochthon).

Dimensionen: Durchmesser bis 50 mm, Dicke nicht über 2 mm, Verhältnis 1 : 15 bis 1 : 30.

Schichthöhe: Pilatusschichten (Hohgantschichten und Bürgenschichten).

Begleiter: Actinocyclina patellaris, Nummulina Boucheri resp. N. complanata.

[1]) *Schlumberger* scheint die Untersuchung *Kaufmann's* von 1867 übersehen zu haben.
[2]) Persönliche Mitteilung, die ich bestens verdanke.

Biolithologischer Charakter: neritisch, in unreinem Kalk, Kalksandstein und Lithothamnienkalk.

β) Var. **granulatocrassa** n.

Eine dicke Varietät, ebenflächig, seltener leicht verbogen, sich gleichförmig vom Rand bis zur Mitte verdickend, äussere Form wie Taf. VIII, Fig. 19, jedoch bis an die Oberfläche gepfeilert, granuliert; Pfeiler und Oberflächennetz wie in den zitierten Abbildungen *Kaufmann's*.

Dimensionen: 40 × 3,5; 34 × 4,5; 32 × 4 mm etc.

Schichthöhe: Nummulitenkalk im Flysch, Einsiedlerschichten.

Lokalitäten: Insel Schwanau-Lowerzersee, Steinbach-Einsiedeln; nördlich Hochbühl bei Fli-Weesen.

Begleiter: Assilina granulosa, Nummulina gallensis.

Biolithologischer Charakter: In zoogenen Nummulitenkalken von neritischem Habitus.

γ) Var. **laevicrassa** n. (Taf. VIII, Fig. 19—21, 23—27).

Gleiche äussere Form wie β, eher noch grösser, mit glatter Oberfläche. Die Pfeiler erreichen die Oberfläche nicht. Ich habe aus den Bürgenschichten vom Aubrig (vergl. 5 in Fig. 8, pag. 55) einige Exemplare losschlagen und präparieren können. Fig. 24, Taf. VIII zeigt einen Dünnschliff aus etwa halber Dicke ausgeschnitten, die axiale Partie nach oben gerichtet. Wir sehen hier das nach *Kaufmann* und *H. Douvillé* typische Bild der kleinen, zahlreichen Lateralkammern zwischen kräftigen Pfeilern. Doch gegen die Peripherie verschwinden die Pfeiler, und die Maschen des Netzes werden grösser und weniger geradlinig begrenzt. Fig. 23 der Taf. VIII hingegen zeigt in der Regel nur 1—2 Kammern zwischen je zwei benachbarten Pfeilern, die an Dicke gegen die Peripherie abnehmen. Würde man nur den unteren Teil von Fig. 23 betrachten, so könnte man leicht irrtümlich auf Orthophragmina Archiaci schliessen. Die Zahl der Kammern zwischen zwei nebeneinander stehenden Pfeilern darf also immerhin nicht allein bei der Artbestimmung massgebend sein. Während die Schnitte der Figuren 23 und 24 ziemlich nahe der Medianebene verlaufen, zeigt Taf. VIII, Fig. 25 einen Schliff nahe der Oberfläche; die Pfeiler sind winzig klein bis gänzlich ausgelöscht, die Kammern grösser und unregelmässig, nicht mehr geradlinig begrenzt. Dieses Bild allein könnte zu der irrtümlichen Bestimmung von Orthophragmina Pratti führen. Das Auslöschen der Pfeiler ist sehr schön auf Querschnitten (Taf. VIII, Fig. 21, 20 links) zu

sehen. In 1/2—3/4 der Dicke endigen die Pfeiler zugespitzt. Der Querschnitt der Taf. VIII, Fig. 19 fällt auf durch seine geometrische Form und die grosse Dicke von 5 mm. Man findet solche häufig bei Brand-Fli, am Aubrig und anderen Orten. Die Pfeiler sind sehr zart, in verschiedenen Schichten aufgesetzt und reichen teilweise bis an die Oberfläche. Der Medianschliff Taf. VIII, Fig. 26 zeigt die rectangulären Mediankammern; sie sind durchschnittlich 1,5 bis 2 mal höher als breit.

Dimensionen der microsphärischen Generation 50×5; $48 \times 4{,}5$; 46×5; 37×3; 35×5; $30 \times 3{,}5$ etc. Verhältnis von Dicke zu Durchmesser = 1 : 8 bis 1 : 12.

Schichthöhe und Lokalitäten: Besonders charakteristisch in den glauconitischen Kalken im unteren Teil des Flyschs von Brand bei Weesen und Flühli-Melchaa; aber auch schon in den Glauconitlagen der Bürgenschichten von Seewen (pag. 50) und vom Aubrig (pag. 56).

Begleiter: Nummulina gallensis, N. uroniensis, Assilina exponens.

Biolithologischer Charakter: In hyponeritischen Glauconitkalken.

δ) Var. **laevitenuis** n. (Taf. VIII, Fig. 22).

Eine schlanke, ausserordentlich häufige Varietät, oft elegant verbogen. Rand oft wie ein Rasiermesser zugeschärft; vollkommen glatte Oberfläche[1]), (Querschnitte ähnlich den zitierten Figuren von *Rütimeyer*). Tangentialschliffe zeigen bei starker Vergrösserung nur ein feines polygonales Netzwerk ohne Pfeiler. Im Querschnitt löschen die Pfeiler der ausgewachsenen Exemplare auf 1/2—3/4 der Breite aus, oder es sind gar keine solchen vorhanden. Man kann die letzteren beiden Varietäten γ und δ vorläufig als Var. laevis[2]) zusammenfassen.

Dimensionen: Durchmesser bis 52 mm auf bloss 2 mm Dicke (Sarnen-Flühli) oder 50 auf 1,5 mm (Dreispitz)[3]), höchstens 3 mm dick. Verhältnis von Dicke zu Durchmesser = 1 : 15 bis 1 : 35.

Schichthöhe: Vorherrschend Glauconitkalk der Bürgenschichten, aber bei gleicher Facies auch im unteren Teil des Flyschs (Sarnen-Flühli).

[1]) Schon *Rütimeyer* gibt in der Beschreibung von O. discus an: „glatt oder mit feinen Granulationen bedeckt".

[2]) Vergl. *Arnold Heim:* Über das Profil von Seewen-Schwyz etc. Vierteljahrsschr. d. nat. G. Zürich, 1908, p. 381, Taf. 1.

[3]) Exemplar in der Sammlung Dr. *Gerber*, Museum. Bern.

Lokalitäten: Überall im Glauconitgestein der unteren Bürgenschichten in Mürtschenfacies und Bürgenfacies, östliche, zentrale (und westliche) Schweizeralpen; gleiche Verbreitung wie Assilina exponens.

Begleiter: Assilina exponens, Nummulina complanata, N. uroniensis.

Biolithologischer Charakter: Glauconit liebend, bathyal und hyponeritisch; es ist die Form, die unter den schweizerischen Orthophragminen in die grösste Tiefe hinabsteigt und diese bevorzugt; soweit bis jetzt bekannt stenopisch, stenobath oder hemistenobath.

Allgemeines über Orthophragmina discus:

Dimorphismus. Die obigen Angaben beziehen sich auf die microsphärische Generation. Die megasphärische, damit vergesellschaftete ist im Verhältnis zum Durchmesser dicker, z. B. $1{,}3 \times 8$ mm $= 1:6$ oder $1{,}5 \times 7{,}8$ mm $= 1:5$ (Taf. VIII, Fig. 27), während bei der microsphärischen Generation $1:8$—$1:35$. Die megasphärischen Exemplare von Brand bei Fli-Weesen neben microsphärischen bis 48 mm haben meist 7 mm Durchmesser; diejenigen von Sarnen-Flühli scheinen 10 mm zu erreichen. Zentralkammer gross und oval, 1—1,5 mm lang. Die megasphärische Generation scheint oft weniger häufig zu sein, wenigstens ist dies an einigen Stellen (z. B. Flühli) der Fall und scheint ziemlich allgemein zu sein im bathyalen „Assilinengrünsand" der Mürtschenfacies. Allerdings wird oft die unscheinbare megasphärische Generation sehr leicht übersehen.

An der Nase am Bürgenstock tritt im Gegenteil in den Glauconitkalken, in denen Assilina exponens fehlt oder spärlich ist, fast ausschliesslich die megasphärische Generation auf (vergl. pag. 48, Nr. 3). Der Durchmesser der megasphärischen Generation beträgt $^1/_5$ bis $^1/_7$ desjenigen der microsphärischen.

Es scheint, dass bei der megasphärischen Generation die Pfeiler auch bei den Varietäten γ und δ bis an die Oberfläche reichen (Taf. VIII, Fig. 27). Von der Var. granulatocrassa kenne ich die megasphärische Generation noch nicht sicher — es ist auch möglich, dass ich diese oft für Orthophragmina Archiaci gehalten habe, und dass meine Angaben über das Vorkommen der O. Archiaci eingeschränkt werden sollten. Ich habe mich bei der Bestimmung besonders an die Art der Pfeiler und Lateralmaschen gehalten; da nun aber diese Eigenschaften, wie auf pag. 257 gezeigt wurde, für die microsphärische Generation doch nicht ganz konstant bleibt, so könnte die megasphärische Orthophragmina discus var. granulatocrassa das Archiaci-Netz zeigen. So lange man nicht eine genügende Zahl frei losgelöster Exemplare gewinnen kann, lässt sich die Frage kaum entscheiden.

Stufenleiter der Varietäten. Die oben aufgestellten vier Varietäten stehen untereinander nach Vorkommen und Ausbildung in mehr oder weniger enger Beziehung. Die Varietäten γ und δ kommen nebeneinander in den gleichen Schichten vor und lassen sich nicht scharf abtrennen. (Brand-Fli; Sarnen-Flühli; Seewen, Aubrig.) Im ganzen erkennt man eine Stufenleiter, so dass die Anfangsglieder der Reihe α und β neritische Formen sind, die in organogenen Bildungen leben, während die glatten Formen γ und besonders δ die bathyale Region und Glauconitbildungen bevorzugten. Man möchte vermuten, dass die starken Pfeiler der neritisch lebenden Varietäten als Verstärkung des Skelettes zum Schutze gegen Meerbewegungen dienten, während die Pfeiler in der ruhigen, küstenferneren Tiefe überflüssig wurden.

Gesamtverbreitung der Art. Hauptverbreitung in den Pilatusschichten, vielfach aber auch massenhaft im unteren Flysch. Die Art verträgt beträchtliche Unterschiede der Ablagerungen; ihre Verbreitung in den Schweizeralpen reicht weit über das Gebiet der Assilina exponens gegen Westen hinaus, mit der sie in der Ostschweiz an Häufigkeit wetteifert. Sie verträgt grobe Quarzsand-Beimengung (Pilatus, Kistenpass etc.), und reicht nahe an die Küste — immerhin brackischen Einfluss meidend. Die Meertiefe ihres Gedeihens schätze ich von 1000 m (?) bis nahe an die Oberfläche. So deutlich die einzelnen Varietäten sich dem stenopischen Charakter der Nummuliten nähern, so ist als ganzes betrachtet die Art als hemi-euryopisch und (hemi-)eurybath zu bezeichnen.

Es würde zu weit führen, alle Fundorte zu nennen; ich verweise auf die Spezialprofile im ersten Teil dieser Arbeit und auf die vielfach zitierten Arbeiten *Kaufmann's.*

2. Orthophragmina (Discocyclina) Pratti Michelin.

Schlumberger: B. S. G. F. 1903, p. 274, pl. VIII, f. 1—3, 8—10; pl. IX, f. 17. (non Orbitoides papyracea *Boub.* in *Gümbel:* Abh. bayr. Ak. d. W. Bd. X, 1870, p. 690, Taf. III, vom Kressenberg etc.)

Über Orbitoides papyracea Boub. schreibt *Gümbel* (l. c. p. 692): „Ich vereinige unter dieser Art eine namhafte Zahl zum Teil sehr abweichender und meist als verschiedene Arten bisher aufgefasster Formen". Auch O. discus wird damit assimiliert. Die Untersuchungen von *Schlumberger* haben diese Vereinigung nicht billigen können. Wollte man in gleicher Weise mit den Nummuliten verfahren, so könnte man sämtliche Formen auf Grund der zahlreichen Übergänge auf wenige Arten konzentrieren.

Wie *Kaufmann* 1867, pag. 161 schreibt, unterscheidet sich Orthophragmina Pratti Mich. von O. discus folgendermassen: „Bei O. Pratti sind sie (die Lateralkammern) mit krummen Linien begrenzt, grösser, teils rundlich, teils gestreckt, teils buchtig" ..., „während sie bei O. discus [1]) geradlinige, sehr dünne Scheidewände besitzen etc." Nach dem unter O. discus pag. 257 mitgeteilten kann zwar dieses Merkmal nicht als allein massgebend betrachtet werden. Weitere Merkmale von O. Pratti sind: Zentralknopf vorhanden (fehlt meist bei O. discus und Archiaci), Querschnitt dünn bis papierdünn, Pfeiler sehr dünn, ein bis zwei Kammern zwischen den Pfeilern auf der zentralen Partie der Oberfläche etc. Durchmesser 20 mm (nach *d'Archiac* bis 50 mm??).

O. Pratti scheint in den Nummulitenbildungen der Schweizeralpen verbreitet zu sein; allein man findet sie sehr selten frei herauspräpariert und kann auf Anwitterungsflächen und Polituren nur selten zu einer sicheren Bestimmung gelangen.

Schichthöhe: Vorherrschend in den Nummulitenkalken im unteren Flysch (Einsiedlersch.), aber auch in den Pilatusschichten (ausgenommen Mürtschenfacies).

Lokalitäten: Aus Pilatusschichten von Sisikon in Schicht 5 des Profiles pag. 52 (Axendecke); Stockfluh-Iberg? (Drusbergdecke); Pilatus-Klimsenhorn in den „Complanataschichten" *Kaufmann's*; Schlossberg??; aus dem Calcaire à Nummulites der Diablerets? (O. submedia) nach *Renevier*; Ralligstöcke? Aus dem unteren Flysch von Lisighaus-Wildhaus (Säntisdecke); Dürrenbach, Säntis *W.* und Goggeien *N.* (Säntisdecke); Flibach, Hochbühl und Gufler bei Weesen; Ragaz? (autochthon); Einsiedeln-Kalch typisch etc.

Leider hat *Kaufmann* 1886 auf Grund des Werkes von *Gümbel* seinen O. Pratti verlassen und O. papyracea zitiert, so dass man aus seinem letzten Werke keine weiteren Daten ableiten kann.

Begleiter: Nummulina distans, (Murchisoni, irregularis), Ass. granulosa etc.

Biolithologischer Charakter: O. Pratti scheint in den Schweizeralpen die bathyale Glauconitfacies und die Gesellschaft der glatten O. discus zu meiden. Dagegen ist sie in neritischen organogenen Bildungen vorhanden.

3. Orthophragmina (Discocyclina) tenella Gümbel.[2])

Gümbel: Abh. bayr. Ak. d. W. Bd. X, 1870, p. 698, Taf. III, f. 1, 2, 30, 31.

Äussere Form wie eine kleine O. Pratti, Pfeiler aber durch je 2 geradlinig begrenzte Lateralmaschen verbunden und Mediankammern sehr schmal.

[1]) und bei O. Archiaci Schl.

[2]) Orthophragmina applanata Gümb. sp. ist wohl nur eine Varietät von O. tenella.

Kaufmann erwähnt diese Species 1886 vom Schimberg-Pilatuskette (obere Pilatusschichten?) und aus dem Lithothamnienkalk im unteren, subalpinen Flysch (Einsiedlerschichten) des Kemmerihubels an der Grossen Emme, neben N. Tchihatcheffi.

4. Orthophragmina (Discocyclina) Archiaci Schlumberger.

Schlumberger: B. S. G. F. 1903, p. 277, pl. VIII, f. 5—7, 11.

a) **Typus** Schlumb.

Diese Species unterscheidet sich von der vorigen durch stärkere und über der ganzen Fläche zerstreute Querpfeiler, durch grössere Dicke bei grösstem Durchmesser von bloss 10 mm nach *Schlumberger*. Zentralknopf fehlt (meist); Lateralkammern durch geradlinige, dünne Scheidewände begrenzt; 1 bis höchstens 2 Lateralkammern zwischen je zwei benachbarten Pfeilern.

Da O. Archiaci erst 1903 aufgestellt wurde, wird sie in dieser Arbeit zum erstenmal aus den Schweizeralpen aufgeführt. Sie ist sehr häufig in den neritischen Nummulitenbildungen im Flysch.

Schichthöhe: Weitaus vorherrschend in den Nummulitenkalklagen im unteren Flysch (Einsiedlerschichten), gelegentlich auch schon in den Pilatusschichten (?).

Lokalitäten: Scheint überall vorhanden zu sein, wo Assilina granulosa vorkommt. Aus den Pilatusschichten (?) von Stockfluh-Iberg. Aus dem Flysch von Lisighaus-Wildhaus (Säntisdecke); Goggeien und Dürrenbach Säntis-*W.*; Lochalp-Amden (Säntisdecke); Flibach-„Reservoir", „Eckstein" und „Gufler"; Alp Trosgi und Camperdun im Sernftal (autochthon); Kühbodenalp, Kärpfgruppe, im autochthonen Wildflysch; Schächental-Spiringen?; Einsiedeln-Kalch, Steinbach; Insel Schwanau-Lowerzersee (?).

Begleiter: Assilina granulosa, Nummulina atacica, N. distans, (N. Murchisoni, N. irregularis).

Biolithologischer Charakter: Massenhaft in neritisch-zoogenen Bildungen, spärlich oder fehlend in glauconitreichen Gesteinen, stenopisch oder hemistenopisch?

Ich glaube neben dem kleinen Typus *Schlumberger's* [1]) noch unterscheiden zu dürfen:

[1]) Da *Schlumberger* offenbar nur die megasphärische Generation kannte und bei seiner Revision der Orbitoiden über den Dimorphismus leider keine Angaben macht, ist es wohl möglich, dass die zum Typus gehörige microsphärische Generation auch bedeutend grösser sei. Ich glaube aber trotzdem eine Var. major aufstellen zu dürfen, weil ich auch grössere Exemplare der megasphärischen Generation gefunden habe.

β) Var. **major** n.[1])

Die microsphärische Generation erreicht über 20 mm Durchmesser; die grösste megasphärische, die ich bis jetzt sah (Weisstannen-Klosteralp), erreicht 14 mm. Sie teilt die sehr kräftigen und annähernd gleichmässigen Pfeiler auf der ganzen Oberfläche, deren Keilform im Querschnitt mit stets wachsender Dicke bis an die Oberfläche, ferner die 1—2 geradlinigen Lateralkammern zwischen je zwei benachbarten Pfeilern und die Grösse der Kammern mit dem kleineren Typus und unterscheidet sich dadurch von O. discus.

Dimensionen: $20 \times 2{,}2$; $18 \times 2{,}2$; $17 \times 2{,}2$; $17 \times 2{,}4$; $15 \times 2{,}5$; $14 \times 1{,}6$; $14 \times 1{,}5$ mm etc. Verhältnis von Dicke zu Durchmesser durchschnittlich 1 : 8.

Schichthöhe: Bis jetzt nur in den Einsiedlerschichten gefunden.

Lokalitäten: Flibach-„Reservoir"; Alp Trosgi bei Elm; Klosteralp bei Weisstannen.

Begleiter wie Form α.

Biolithologischer Charakter: In zoogenen, neritischen Nummulitenkalken, stenopisch (?), stenobath (?).

5. Orthophragmina (Discocyclina) sella d'Archiac.

(= Orbitoides ephippium Schloth. in *Gümbel.*)

Gümbel: Abh. bayr. Ak. d. W. Bd. X, 1870, p. 696, Taf. III, f. 15—16; 38—39.
Schlumberger: B. S. G. F., p. 278, pl. IX, f. 14—16, 25.

Möglicherweise handelt es sich nur um eine (neritische) Variation (Spielart, lusus) der O. Archiaci oder Pratti[2]). Ihre Verbreitung zeigt zwar in den Schweizer-

[1]) Ich glaubte zuerst diese Form mit der Kressenberger Art identifizieren zu können. Nachdem ich aber im Kressengraben am Kressenberg im alpinen Bayern von jenen massenhaften frei losgewitterten grossen Orthophragminen (Orbitoides papyracea in *Gümbel,* Abh. bayr. Ak. d. W. 1870, Taf. III, Fig. 9, 19, 20, 21, 22, 29) eine grössere Zahl gesammelt und später zahlreiche Dünnschliffpräparate hergestellt hatte, bin ich wieder von dieser Ansicht zurückgekommen. Das grösste von mir gefundene Exemplar vom Kressengraben misst $38 \times 3{,}7$ mm. Es scheint mir eine Zwischenform von O. discus und Archiaci zu sein, die man mit dem neuen Namen **Orthophragmina (Discocyclina) Kressenbergensis** sp. nov. bezeichnen könnte. Man hätte dann für die Gruppierung der Arten folgende Reihe: O. discus — Kressenbergensis — Archiaci var. major — Archiaci Schl. Ich zweifle nicht, dass die Kressenberger Art auch in den Einsiedlerschichten der Schweizeralpen vorhanden sei, doch konnte ich diese nicht nachweisen, ohne frei herausgewitterte Exemplare gefunden zu haben.

[2]) *Gümbel* l. c. 1870 zeichnet zwar auf Taf. III, p. 39 ein Oberflächen-Netzwerk, das manche Ähnlichkeit mit O. discus R. in *Kaufmann* 1867 zeigt.

alpen eine gewisse Selbständigkeit, und wenn sie auch nicht häufig ist, so fand ich sie doch da und dort in typischer Ausbildung.

Schichthöhe: Besonders in Nummulitenkalken im unteren Flysch (Einsiedlerschichten), aber auch schon in den oberen Pilatusschichten.

Lokalitäten: 1. Aus den Pilatusschichten „Calcaire à Nummulites" der Diablerets häufig (nach *Renevier*); Schimberg (*Kaufmann*); Sigriswylergrat.

2. Aus dem unteren Flysch von Tobbach-Wildhaus, Lithothamnienkalk (Säntisdecke); Gufler und Reservoir am Flibach bei Weesen; Einsiedeln-Kalch.

Begleiter: Nummulina distans, Murchisoni, irregularis, Assilina granulosa; Nummulina Fabianii (?), striata, Boucheri etc.

Biolithologischer Charakter: besonders in organogenen, neritischen Kalken mit oder ohne Lithothamnien, scheint stenopisch zu sein.

6. Orthophragmina (Discocyclina) Bartholomei Schlumberger.

Schlumberger: B. S. G. F., 1903, p. 281, pl. XII, f. 46—50.

Ähnlich O. Archiaci, vielleicht nur eine Form-Varietät von dieser, bis 20 mm Durchmesser nach *Schlumberger*. Rand sich plötzlich verdünnend.

Diese von *Schlumberger* zwar ungenügend beschriebene Species glaube ich nennen zu dürfen von folgenden

Lokalitäten: Aus dem hyponeritischen Glauconitgestein der Bürgenschichten von Seewen[1]), in glatter Varietät. Aus Nummulitenkalk des unteren Flyschs von Lochalp-Amden? (Säntisdecke); Flibach-Weesen, Oberfligade? und Eckstein.

7. Orthophragmina (Discocyclina) dispansa J. de C. Sowerby (Lycophris).

Gümbel: Abh. bayr. Ak. d. W. Bd. X, 1870, p. 701, Taf. III, f. 40—47,
Schlumberger: B. S. G. F., 1903, p. 285, pl. XI, f. 42—44; pl. XII, f. 51—52.

Diese Species zeichnet sich durch sehr starken, breiten Zentralknopf mit dicken Pfeilern aus, die nach *Gümbel* mit einem Lateral-Netzwerk wie O. Archiaci verbunden sind. Gewöhnlicher Durchmesser nach *Gümbel* 7—11 m, nach *Schlumberger* bis 26 mm.

[1]) *Arnold Heim:* Über das Profil von Seewen-Schwyz etc. Vierteljahrsschr. d. nat. G. Zürich, 1908, pag. 382.

O. dispansa ist etwas variabel, besonders wechselt die Grösse des Zentralknopfes an ein und demselben Fundort (Flibach-Reservoir).

Schichthöhe: Bis jetzt nur vereinzelt im Nummulitenkalk der Einsiedler Flyschgruppe gefunden.

Lokalitäten: Besonders Flibach-„Reservoir" bei Weesen; Kalch bei Einsiedeln (bis 10 mm Durchmesser).

Begleiter: Numm. distans, Murchisoni, irregularis, (atacica), Ass. granulosa, Orthophragmina Archiaci, Pratti etc.

Biolithologischer Charakter: Bis jetzt nur in zoogenem Nummulitenkalk, neritisch — stenopisch?

8. Orthophragmina (Discocyclina) Chudeaui Schlumberger.

Schlumberger: B. S. G. F., 1903, p. 282, pl. IX, f. 18—20.

Da ich diese winzig kleine Discocyclina nirgends frei losgelöst fand, sondern nur auf polierten Schliffen studieren konnte, so ist die Bestimmung nicht ganz sicher. Ich finde sie nirgends massenhaft, sondern wenn auch nicht selten, doch einzeln zerstreut.

Dimensionen: Bis $5 \times 2{,}5$ mm, meist kleiner und relativ dick ($4{,}5 \times 1{,}5$; $4 \times 1{,}5$ mm etc.).

Schichthöhe: Im Nummulitenkalk und Glauconitgestein des unteren Flyschs; Bürgenschichten (?).

Lokalitäten: Aus Flysch von Lisighaus und Wildburg bei Wildhaus?; Flibach-Oberfligade und Eckstein.

Biolithologischer Charakter: Bathyal und neritisch?, in Glauconitgestein und ? im organogenen Kalk.

9. Orthophragmina (Discocyclina?) crassula Mayer-Eymar (Orbitoides).

Mayer-Eymar: Einsiedeln, Beitr. z. geol. K. d. Schw. Lfg. 14, 1876, p. 23, Taf. I, f. 4—5.
[= Orbitoides (Discocyclina) aspera Gümbel?[1]) in
Gümbel: Abh. bayr. Ak. d. W. Bd. X, 1870, p. 698, Taf. III, f. 13—14, 33—34.]

Wenn sich die Identität beider Arten nachweisen lässt, so fällt die Species crassula zugunsten von aspera weg.

[1]) Es wäre auch noch eine Übereinstimmung mit O. Rhipidocyclina karakaiensis denkbar.

Von dieser durch *Mayer-Eymar* ganz ungenügend beschriebenen „Species“, die vielleicht eine blosse Formvarietät von O. Archiaci oder Rhipidocyclina varians ist, befindet sich das einzige Original von Blangg bei Iberg = Einsiedlerschichten in der geol. Sammlung des Polytechnikums in Zürich. Ein weiteres Exemplar fand ich am Flibach-Reservoir. Bevor weitere Exemplare gefunden werden, kann nichts näheres fixiert werden.

10. Orthophragmina (Discocyclina) Marthae Schlumberger.

Schlumberger: B. S. G. F. 1903, p. 284, pl. X, f. 27—29, 32; pl. XI, f. 39—40.

Ich glaube diese Art mit den mächtigen Zentralpfeilern an der Hagelfluh im zoogenen Nummulitenkalk der Flysch-Einsiedlerschichten gefunden zu haben. *E. Bernet*[1]) glaubt sie in einem Dünnschliff aus den Pilatusschichten der Schnittenfluh (obere helvetische Decke) erkannt zu haben. (?)

Subgenus *Rhipidocyclina* Gümbel.

Äussere Form wie Discocyclina, jedoch mehr als eine Schicht von rectangulären Mediankammern. (Daher nur auf Querschnitten bei starker Vergrösserung sicher zu erkennen.)

Es bedurfte eines Forschers wie *Kaufmann*, um das Merkmal dieses Subgenus schon 1867 in den Schweizeralpen nachzuweisen.

11. Orthophragmina (Rhipidocyclina) varians Kaufmann (Orbitoides).

Kaufmann: Pilatus, Beitr. z. geol. K. d. Schw. Lfg. 5, 1867, p. 158, Taf. X, f. 1—10.
Schlumberger: B. S. G. F. 1903, p. 281, pl. X, f. 31, 33, 35, 38.

Nach *Gümbel* ist damit synonym dessen schon 1861 (Geogn. Beschr. von Bayern, I, p. 653) genannter, aber nicht abgebildeter Orbitoides nummuliticus Gümb., sowie Hymenoclypus rugosus Schafhäutl 1863.

Ich führe an dieser Stelle *Kaufmann's* Speciesbezeichnung an, 1. weil diese aus den Schweizeralpen stammt und durch *Kaufmann* vortrefflich abgebildet wurde; 2. weil *Kaufmann's* Species nach *Schlumberger* mit O. nummulitica Gümb. nicht identisch ist.

---

[1]) *E. Bernet:* Zone des cols. Eclogae geol. helv. 1908. p. 221, f. 1, p. 222.

Kaufmann unterscheidet 1868 drei Variationen: α) granulata, β) intermedia, γ) laeviuscula.

Dimensionen: Nach *Kaufmann* und *Schlumberger* Durchmesser bis 8 mm.

Schichthöhe: Oberer Teil der Pilatusschichten (Lithothamnienkalk) und unterer Flysch.

Lokalitäten: Nach *Kaufmann* häufig

1. im obersten Teil der Pilatusschichten der Ralligstöcke-Sigriswylergrat [1]), Habkern; Schimberg (Schiefer); „calcaire à Nummulites" (Pilatussch.) des Diableretsgebietes nach *Renevier*.
2. aus Lithothamnienkalklagen im unteren Flysch (Einsiedlersch.) vom rechten Ufer der kl. Schliere hinter Seewli; Wängenalp und Gschwändalp-Pilatus, Kemmerihubel, Jurtenegg, Steiglen, Thoregg im subalpinen Flysch; zwischen Gross- und Klein-Emme, neben N. distans, irregularis usw. (= Einsiedlerschichten); Habkern-Traubach, Lammsbrücke, Bodmialp?; Sundlauenen am Thunersee.

Biolithologischer Charakter: Ausgesprochene Vorliebe für Lithothamnienkalk; neritisch — stenopisch(?)-stenobath.

12. Orthophragmina (Rhipidocyclina) karakaiensis d'Archiac (Orbitulites).

Gümbel: Abh. bayr. Ak. d. W., Bd. X, 1870, p. 706, Taf. IV, f. 42, 43, 44.

Von dieser dicken, äusserlich einem Nummuliten ähnlich sehenden Orthophragmina erwähnt *Kaufmann* (l. c. 1886, p. 352) ein einziges Exemplar aus den Complanataschichten (Bürgenschichten) des Schimberges, Pilatuskette.

Subgenus *Asterocyclina* Gümbel.

(Umriss sternförmig oder polygonal, mit wenig Zacken; radiale Verdickungsleisten.)

---

[1]) Die drei Photographien in *Schlumberger* (B. S. G. F. 1903, pl. X, f. 31, 33, 35) stellen Exemplare aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke dar.

13. Orthophragmina (Asterocyclina) asteriscus Kaufmann (Orbitoides).

Kaufmann: Pilatus, Beitr. z. geol. K. d. Schw., Lfg. 5, 1867, p. 155, Taf. IX, f. 11—16.

Diese Art wird von *Gümbel* l. c. 1870, p. 716 mit seinem Orbitoides stella (1861) als synonym bezeichnet. Da *Kaufmann* die ersten Abbildungen gegeben hat, bleibt der Name asteriscus zu Recht bestehen.

Schlumberger (B. S. G. F. 1904, p. 126) assimiliert die *Kaufmann'sche* Art ohne Begründung mit O. stellata d'Arch. Ohne die Originale zu kennen, scheint diese Vereinigung nach den Abbildungen, nach Form und Grösse nicht plausibel.

O. asteriscus vereinigt (ebenso wie O. lanceolata Schl.) die äusseren Merkmale von Asterocyclina mit den inneren von Rhipidocyclina, indem mehrere Schichten von rectangulären Mediankammern vorhanden sind.

Dimensionen: Nach *Kaufmann* Durchmesser 2—3 mm, Dicke 0,7—1,25 mm.

Schichthöhe: Unterer Flysch, Einsiedlerschichten.

Lokalitäten nach *Kaufmann*: Wängenalp, Gschwänd, rechtes Ufer der Klein-Schliere hinter Seewli im Pilatusgebiet; Schimberg (oberste Pilatusschichten?); Thoregg (Sandstein), Stein, Kemmerihubel, in Lithothamnienkalken des subalpinen, unteren Flyschs zwischen Gross- und Klein-Emme, neben N. distans, irregularis, Assilina etc.

Biolithologischer Charakter: Vorliebe zu Lithothamnien-Riffkalk, neritisch, scheint nach *Kaufmann* stenopisch und stenobath zu sein.

14. Orthophragmina (Asterocyclina) stellata d'Archiac (Calcarina).

= Orbitolites stellaris Br. in

Rütimeyer: Schweiz. Nummulitenterrain, Denkschr. d. schweiz. nat. G. 1850, p. 118, Taf. V, f. 74, (78).

Schlumberger: B. S. G. F. 1904, p. 126 pars, pl. V, f. 31—36, pl. VI, f. 37—40. (non Orbitoides stellata d'Arch. in *Gümbel* 1870 [1]).

Schichthöhe: Obere Pilatusschichten und unterer Flysch.

Lokalitäten:

1. Obere Pilatusschichten vom Mueterschwandenberg, südl. Pilatus, aus „Pectinitenschiefer" (nach *(Kaufmann)* und Schimberg (O. Priabonensis

[1]) Dagegen nach *Schlumberger* synonym mit O. priabonensis Gümb. . . O. lanceolata Schlumb. (= O. stellata Gümb. non d'Arch.) ist wohl auch in den Schweizeralpen zu finden, jedoch bisher im Sinne von *Gümbel* mit O. stellata d'Arch. verwechselt worden.

nach *Kaufmann*); Bürgenstock (?) nach Rütimeyer; Ralligstöcke[1]) und Sigriswyler Rothorn im Lithothamnienkalk *(Rütimeyer* u. a.*)*; Gemmenalp bei Habkern *(Rütimeyer, Kaufmann)*; selten im „Calcaire à Nummulites" der Diablerets *(Renevier)*.

2. Nummuliten-Lithothamnienkalk im unteren Flysch von Habkern *(Kaufmann)*; nordöstlich Schrattenfluh *(Kaufmann)*; Flibach-Eckstein?

Biolithologischer Charakter: Vorliebe zu Lithothamnienkalk, neritisch; stenobath?

Subgenus *Actinocyclina* Gümbel.

Umriss kreisrund (oder vielzackig), mit zahlreichen vom Zentralknopf ausgehenden radialen (oft sich gabelnden) Verdickungsrippen.

15. Orthophragmina (Actinocyclina) radians[2]) d'Arch.

Gümbel: Abh. bayr. Ak. d. W., Bd. X, 1870, p. 707, Taf. II, f. 116; Taf. IV, f. 11—15.
Schlumberger: B. S. G. F. 1904, p. 122, pars, pl. III, f. (7), 9; pl. IV, f. 15—17.

Durchmessser 8 mm nach *Gümbel.*

Schichthöhe: Obere Pilatusschichten und selten im Nummulitenkalk des unteren Flysch's (Einsiedlerschichten).

Lokalitäten: 1. Aus den Pilatusschichten: „calcaire à Nummulites" der Diablerets nach *Renevier*, häufig; Hohgant *(Kaufmann)*; Ralligstöcke-Oberbergli, Lithothamnienkalk *(Kaufmann)*; Schimberg *(Kaufmann)*.

2. Aus den Einsiedlerschichten: Nummulitenkalk nördl. Sigriswylergrat (?) *Kaufmann;* Flibach-Gufler bei Weesen selten, neben N. distans, irregularis, Assilina granulosa etc.

Biolithologischer Charakter: Neritisch; hemistenopisch?; stenobath?

---

[1]) In *Schlumberger* l. c., pl. V, f. 36 ist ein Exemplar von den Ralligstöcken abgebildet.

[2]) Nach *Schlumberger* ist damit synonym O. patellaris Schloth., *Brunner* in *Rütimeyer, Gümbel;* ferner O. tenuicostata Gümb. und O. variecostata Gümb. Ich gebe im folgenden trotzdem die früheren Arten getrennt, so wie sie *Kaufmann* aufgefasst hat — denn eine Vereinigung ist leichter später vorzunehmen als eine etwa nötige Differenzierung.

16. Orthophragmina (Actinocyclina) patellaris[1]
(Schlotheim) Rütimeyer (Orbitolites).

Rütimeyer: Denkschr. d. schw. nat. G., 1850, p. 119 pars, Taf. V, f. 76, 77 (= Orbitoides tenuicostata Gümbel).

Gümbel (1870, pag. 711) und *Schlumberger* (B. S. G. F. 1904, pag. 120) vereinigen zu O. patellaris auch Orbitolites furcata *Rütimeyer*.

Die klassische Fundstelle für die Schweizeralpen ist der Lithothamnienkalk (obere Pilatusschichten) der Ralligstöcke, wo diese ausserordentlich dünne und über 50 mm (nach *Schlumberger* sogar 60 mm) Durchmesser erreichende Art häufig zu finden ist, begleitet von O. discus var. granulatotenuis, N. Boucheri.

17. Orthophragmina (Actinocyclina) furcata
Rütimeyer (Orbitolites).

Rütimeyer: Denkschr. d. schw. nat. G. 1850, p. 118, Taf. V, f. 75 (= Orbitoides patellaris pars in *Gümbel* 1870; Taf. IV, f. 29, 30).

Diese *Rütimeyer'sche* Species wird von *Gümbel* und *Schlumberger* mit O. patellaris Schloth. vereinigt. *Rütimeyer* erwähnt sie von „Alp Stierendungel" und „Platti bei Lauenen".

18. Orthophragmina (Actinocyclina) variecostata Gümbel.

Gümbel: Abh. bayr. Ak. d. W. 1870, p. 710, Taf. IV, f. 33, 34.

Von *Kaufmann* 1886 aus den oberen Pilatusschichten von Oberbergli-Ralligstöcke (Lithothamnienkalk) und vom Schimberg angeführt.

19. Orthophragmina (Actinocyclina) lucifera
Kaufmann (Orbitoides).

Kaufmann: Pilatus, Beitr. z. geol. K. d. Schw. Lfg. 5, 1867, p. 157, Taf. IX, f. 17—21.

(Durchmesser 5—6 mm, Dicke 0,5 mm, die Rippen sich gegen den Rand verdickend und nicht mit dem Zentralknopf verbunden.)

---

[1] Es ist wohl möglich, dass die grosse O. patellaris die microsphärische Generation von O. radians ist.

Kaufmann fand diese Art in den „Pectinitenschiefern“ (obere Pilatusschichten) vom Pilatusgebiet: Gärtli, Renggpass, Atzigen, Lopperberg; auch am Mueterschwandenberg-Fuchsenloch (Bürgenfacies) und bei Egg und Weissenfluh am Vitznauerstock (Bürgenfacies).

Vielleicht sind alle die bisher genannten Actinocyclinen der Schweizeralpen nur Varietäten der micro- und megasphärischen Generation von O. radians.

Subgenus *Nodocyclina* nov. gen.

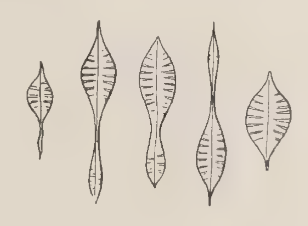
Orthophragmina mit mehr als einem Knoten auf dem zentralen Querschnitt.

20. Orthophragmina (Nodocyclina) cf. umbilicata Deprat.

J. Deprat: Eocène Néo-Calédonien, B. S. G. F. 1905, p. 497, pl. XVI, f, 2—11.

Diese Art mit ihren zwei ausgesprochenen Anschwellungen im Querschnitt gehört einem neuen Subgenus an. Nach *Deprat* ist zur Bestimmung die Oberfläche überflüssig; „les sections verticales sont si typiques qu'elles sont absolument suffisantes pour permettre de reconnaître sans hésitation l'espèce qui nous occupe; leur caractère bien net est leur coupe transversale en forme de 8“. In den Nummulitenbildungen der Schweizeralpen habe ich nun Querschnitte getroffen, die mit denen der O. umbilicata nach Form und Grösse übereinstimmen, und, wenn *Deprat's* Diagnose wirklich genügt, zu denen aus Neu-Caledonien stammenden Art gerechnet werden müssen. Allein es zeigt sich ein wesentlicher Unterschied: Der Typus *Deprat's* ist im Querschnitt sowohl oben-unten, wie links-rechts symmetrisch, während die schweizerischen Querschnitte nur nach der Medianebene streng symmetrisch sind (vergl. Fig. 25). Durchmesser bis 4 mm auf ca. 1 mm Dicke.

Fig. 25.
Querschnitte durch Orthophragmina cf. umbilicata Deprat
aus den Bürgenschichten vom Zutreibistock, Clariden.

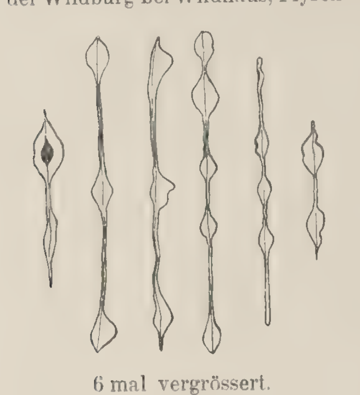


6 mal vergrössert.

Vorkommen: Bürgenschichten der Clariden, Zutreibistock und Altenorenstock (autochthon); Sammlung *J. Oberholzer,* Glarus.

21. Orthophragmina (Nodocyclina) sp. nov. (?)

Fig. 26.
Querschnitt durch Orthophragmina sp. n.?
aus der Lithothamnien-Breccie der Wildburg bei Wildhaus, Flysch.



6 mal vergrössert.

Auf einem polierten Handstück feinkörniger Lithothamnienbreccie vom Wildburg-Riff im Flysch bei Wildhaus (Ober-Toggenburg) befinden sich zahlreiche, dünne, zarte Querschnitte einer Orthophragmina mit 2—5, oft knorrig rauhen Knoten (Fig. 26). Die Dicke zwischen den Knoten beträgt kaum 0,1 mm, der Durchmesser erreicht 7 mm. Es kann sich deshalb nicht wohl um eine Actinocyclina handeln, weil dann auf einem leicht exzentrischen Querschnitt die distalen Teile der Rippen nicht mehr als scharfe Knoten erscheinen könnten. Da ich bloss die Querschnitte kenne, unterlasse ich es, einen neuen Species-Namen aufzustellen.

Allgemeiner Teil.

1. Dimorphismus und Ontogenie bei schweizer. Nummuliten.

Seit einigen Jahrzehnten weiss man, dass stets zwei Formen von Nummuliten nebeneinander vorkommen:

1. Die eine mit microskopisch kleiner Anfangskammer (Microsphäre), man nennt sie die microsphärische Form.

2. Die andere mit macroscopischer Zentralkammer (Macrosphäre oder Megasphäre), man nennt sie die megasphärische (oder megalosphärische) Form.

Abgesehen von der zentralen Partie und der Grösse zeigen beide im wesentlichen die gleichen anatomischen Merkmale. *Von Hantken, Schlumberger, de la Harpe, Munier-Chalmas* haben besonders den Dimorphismus bei den Nummuliten klargelegt und die beiden verschieden benannten Formen als zusammengehörend betrachtet. Erst später aber ist der Dimorphismus erklärt worden. Ohne weiter auf den Dimorphismus im allgemeinen einzutreten, will ich versuchen, an Hand des Studiums schweizerischer Nummuliten einige weitere Kausalitäts-Regeln der beiden Formen abzuleiten, die wohl zum Teil neu sind.

1. Wie schon lange bekannt, ist die megasphärische Form stets die kleinere.
2. Die microsphärische Generation ist durch eine grössere Zahl von Windungen ausgezeichnet.
3. Der Quotient aus Windungszahl der microsphärischen Form dividiert durch Windungszahl der megasphärischen ist am grössten bei den grossen Arten (N. complanata bis 10), am kleinsten bei den kleinen (N. Heberti-variolaria ca. 2).
4. Je grösser die (microsphärische) Form, umso grösser ist die Megasphäre[1]).
5. Die Dicke ist im Verhältnis zum Durchmesser bei der megasphärischen Form grösser.
6. Die Grössendifferenz der beiden Formen ist am grössten bei den grossen Arten, am geringsten bei den kleinsten.
7. Die microsphärische Generation erreicht eine ontogenetisch höhere Entwicklung.

Die drei letzten Regeln bedürfen noch einer näheren Besprechung. Wir haben für schweizerische Nummuliten die folgenden Grössenbeziehungen gefunden, wobei die jeweilen zusammengehörigen Formen von ein und demselben Fundorte in durchschnittlichen Dimensionen in Betracht gezogen werden:

	microsphärisch			megasphärisch			
Arten	Durchmesser	Dicke	Durchmesser dividiert durch Dicke	Durchmesser	Dicke	Durchmesser dividiert durch Dicke	Durchm. microsph. dividiert durch Durchm. megasph.
N. complanata-helvetica	75	5	15	5	2	2,5	15
N. atacica-Guettardi	8,5	3,9	2,2	3,0	1,8	1,7	2,8
N. contorta-striata nach *Boussac*	13,0	3	4,3	5,5	2,0	2,7	2,2
N. Heberti-variolaria nach *d'Archiac* u. a.	3	2	1,5	1,5	0,7.	2,1	2,0
N. uroniensis	19	6	3,2	5,8	2,8	2,1	3,3
N. gallensis	11	4,4	2,6	5,2	2,4	2,2	2,0
A. exponens-mamillata	30	3	10	7,5	2,2	3,4	4,0
A. granulosa var. minor-Leymeriei	9	1,5	6	4,5	0,9	5	2,0

[1]) Ob diese Regel allgemein gilt, ist noch fraglich; in den mir bis jetzt bekannten Fällen trifft sie stets zu. Wir können daraus schliessen, dass die grossen Arten auch grosse Pseudopodiosporen liefern.

Die Regel 5 kommt in dieser Tabelle sehr deutlich zum Ausdruck (vergl. Kolonnen 3 und 6). Nummulina complanata ist im Verhältnis zum Durchmesser die dünnste Art und der relative Dickenunterschied bei ihren zwei Generationen ist am grössten (15 : 2,5). Nur N. Heberti-variolaria scheint eine Ausnahme zu machen — doch es fehlen eben für diese und für andere Arten genauere Aufzeichnungen über deren Dimensionen.

Auch die Regel 6 spricht in der Tabelle (vergl. Kolonne 1 und 7); bei der grössten Art N. complanata finden wir auch den grössten Unterschied in den Durchmessern beider Generationen. Den geringsten Dickenunterschied in bezug auf den Durchmesser finden wir bei den beiden Generationen von Assilina granulosa-Leymeriei (Kolonne 3 und 6).

Was die relativen Entwicklungsstadien anbelangt, so können wir bei der microsphärischen Form zweckmässig drei ontogenetische Abschnitte unterscheiden:

1. Der embryonale Teil vom Durchmesser der zugehörigen Megasphäre.
2. Der mittlere Teil, vom Stadium 1 bis zum Durchmesser der ausgewachsenen megasphärischen Generation.
3. Der äussere Teil, vom Stadium 2 an bis zum Absterben.

In bezug auf den ersten Abschnitt lassen sich die beiden Generationen nicht miteinander vergleichen.

Der zweite Abschnitt stimmt nach Form und innerem Bau bei beiden Generationen am besten überein; die Kammern zeigen im Medianschnitt im äusseren Teil gleiche Gestalt und annähernd gleiche Grösse. Allein die letzte oder die beiden letzten Windungen der megasphärischen Generation deuten bereits das Endstadium der microsphärischen Generation an, ohne dieses jedoch zu erreichen.

Das dritte Stadium, das allein der microsphärischen Generation zukommt, zeigt nun in voller Entfaltung die Tendenz ausgearbeitet, welche die megasphärische Generation in deren letzten Atemzügen manchmal noch eben andeutet. Allein dieses Stadium tritt bei der microsphärischen Generation verspätet auf, nämlich meist erst im zweiten Teil des dritten Stadiums. Dafür sind aber die äusseren Windungen der ausgewachsenen microsphärischen Individuen meist derart von den megasphärischen unterschieden, dass ohne Kenntnis der jüngeren Stadien an eine Äquivalenz beider Generationen nicht mehr gedacht werden könnte. So fanden wir bei Nummulina uroniensis und gallensis die ausgewachsenen microsphärischen Individuen auf der Oberfläche glatt, mit kompliziert verschlungenen und nicht mehr an Pfeiler gebundenen Leisten, mit eng aufeinander liegenden, die Kammern niedrig

und breit drückenden äusseren Windungen, während umgekehrt für das zweite Stadium bei beiden Generationen im allgemeinen charakteristisch ist die Gebundenheit der Pfeiler an die Leisten, der einfache radiale oder wirbelförmige Leistenverlauf, die kräftige Granulation an der Oberfläche etc. (vergl. spezielle Beschreibung pag. 226—238).

In schönster Weise konnten wir auch bei Assilina exponens-mamillata sehen, wie die microsphärische Generation in ihrer ontogenetischen Entwicklung die megasphärische weit überholt. Die megasphärische Generation schliesst ihre ontogenetische Entwicklung mit der involuten Aufrollung ab, lässt jedoch in den ältesten Stadien noch die Tendenz zu halb involuter Aufrollung durchschimmern. Die microsphärische Generation schreitet darüber hinweg bis zur vollständig evoluten, operculiniformen Aufrollung (Taf. VII). Aber auch die grossen, schmalen Nummulinen der microsphärischen Generation gehen häufig in ihrem vorgerückteren Alter zur halb evoluten Aufrollung über und finden dazu ein bequemes Mittel in der Verdoppelung der Windungen (N. complanata, irregularis u. a.). Die grossen Arten, Nummulina complanata und Assilina exponens scheinen in ihren microsphärischen Generationen am weitesten über das megasphärische Mass hinauszueilen.

2. Der Generationswechsel.[1]

In den Jahren 1894/95 machten *Lister* und *Schaudinn* die wichtige Entdeckung, dass bei der lebenden, den Nummuliten sehr nahestehenden Polystomella crispa L. ein Generationswechsel stattfindet und dass hierin der Dimorphismus begründet ist. Seither ist der Generationswechsel auch noch bei anderen lebenden Foraminiferen beobachtet worden. Schon vorher war bekannt, dass der Dimorphismus allgemein bei den Foraminiferen auftritt.

---

[1]) Literatur:
Lister: Contributions to the life-history of the Foraminifera. Phil. Trans., Vol. 186, 1895, p. 435,
Fr. Schaudinn: Die Fortpflanzung der Foraminiferen. Biolog. Centralbl., Bd. XIV, Nr. 4, 1894. p. 161—166.
— Über Plastogamie bei Foraminiferen. Sitzungsb. d. Ges. nat. Freunde, Berlin 1895.
— Über den Dimorphismus der Foraminiferen. Sitzungsb. d. Ges. nat. Freunde Nr. 5, Berlin 1895.
Schlumberger: Note sur la biologie des Foraminifères. Feuille d. jeunes naturalistes 1896, Nr. 305, p. 1.
E. Haug: Sur l'âge des couches à Nummulites contortus etc. B. S. G. F. 1902, pag. 483.
A. Lang: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. II. Aufl., II. Lfg., Jena 1901, p. 203—204.
L. Rhumbler: Mitt. über Foraminiferen. Verh. d. Deutsch. zool. Ges. 1905, p. 97—106.
E. R. Lankester: A. Treatise on Zoology, Part I, London 1903, p. 59—62.

Aus der microsphärischen Generation entstehen durch Zerfallteilung Pseudopodiosporen. Diese Zerfallstücke wandern aus der Mutterschale entweder nackt aus (Plasmodien) oder als fertig beschalte Embryonen, oder es kann auch der ganze Weichkörper des Muttertieres zuerst die Schale verlassen und sich erst hierauf teilen. Aus den Zerfallstücken, die sich frühzeitig mit Pseudopodien ausrüsten, entsteht direkt die megasphärische Generation (Mononten *Haeckel*). Aus der ausgewachsenen megasphärischen Foraminifere schwärmen nun Flagellosporen aus. Diese kopulieren, es entsteht die Microsphäre[1]) und daraus entwickelt sich das ganze microsphärische Individuum (Amphionten *Haeckel*). Mit dem Ausschwärmen der Pseudopodiosporen beginnt der neue Cyclus.

Die megasphärische Generation ist also ungeschlechtlich erzeugt, liefert aber die Geschlechtsprodukte; die microsphärische Generation ist umgekehrt auf geschlechtlichem Wege erzeugt, liefert aber keine Geschlechtsprodukte.

3. Das Verhältnis der beiden Nummulitengenerationen in den Eocaenablagerungen der Schweizeralpen.

Ich habe in der Natur stets auf das Mengen-Verhältnis der beiden Generationen ein und derselben Art geachtet und deshalb auch in den Spezialprofilen dieser Arbeit die Häufigkeiten der beiden Generationen getrennt angegeben. Ich konnte zuerst keine Gesetzmässigkeit erkennen. Es fiel mir zwar von Anfang an auf, dass im Glauconitgestein der Bürgenschichten in der Mürtschenfacies und Bürgenfacies in den einen Lagen fast ausschliesslich die microsphärische Assilina exponens zu Tausenden auftritt, in den anderen aber die megasphärische Assilina mamillata vorherrscht, wo man doch gleichmässige Mischung hätte erwarten sollen. Die beiden Generationen zeigen also in den genannten Schichten die Neigung, sich schwarmweise zu trennen. In den Glauconitkalken der untern Bürgenschichten an der Bürgenstock-Nase sind sogar in einzelnen Lagen ausschliesslich die megasphärischen Assilinen vorhanden. Man könnte an verschiedene Erklärungen denken. Zunächst möchte ich die Frage aufwerfen, ob am Meergrunde sich die beiden Generationen mehr oder weniger schwarmweise trennen und ihre gesonderten Siedelungen einnehmen, und ob durch langsame Wanderungen derselben die uns in den Schichten in vertikalem Sinne

[1]) Bei Polystomella crispa wird angegeben, dass die Microsphäre linear etwa 10 mal kleiner ist als die Megalosphäre. Wir haben für Nummulina uroniensis, gallensis und Assilina exponens das gleiche Verhältnis gefunden.

entgegentretenden Schwärme bedingt seien. Weniger Wahrscheinlichkeit hat die Annahme, dass innerhalb grösserer Zeitabschnitte das Mengenverhältnis beider Generationen periodischen Änderungen unterworfen war. Zwar ist bereits bekannt, dass verschiedene megasphärische Generationen einander folgen können [1]; aber diese Beobachtungen können wohl nicht auf die geologische Zeitrechnung übertragen werden.

Ich komme nun allgemein zur Frage, ob sich in bezug auf das Sediment eine Gesetzmässigkeit des Mengenverhältnisses beider Generationen erkennen lasse. Ich will die Antwort vorausschicken, wie sie sich mir plötzlich und seither immer mehr aufdrängte, und sie nachher zu begründen suchen:

In den bathyalen Ablagerungen der Schweizeralpen ist die microsphärische [2], in den neritischen umgekehrt die megasphärische Generation die häufigere.

Betrachten wir zunächst die im vergleichend lithologischen Teil dieser Arbeit als bathyal bestimmten Nummulitenbildungen. Als solche haben wir vor allem den Glauconitkalk der unteren Bürgenschichten in der Mürtschenfacies kennen gelernt (vgl. p. 163—165). Da scheint im allgemeinen bei weitem die microsphärische A. exponens über die megasphärische A. mamillata vorzuherrschen. Und dies scheint nicht nur Täuschung zu sein, weil die kleine Form leicht übersehen wird, denn auch unter den Handstücken meiner Sammlung kann man vielfach zehn microsphärische auf ein megasphärisches Individuum zählen. Wenn ich mich nicht irre, gilt ein ähnliches Zahlenverhältnis für Orthophragmina discus var. laevitenuis. Nummulina complanata ist zwar im allgemeinen selten, aber während ich doch einige Dutzend Exemplare im „Assilinengrünsand" der Flifalte fand, kam mir trotz längeren Suchens nur ein einziges megasphärisches Exemplar (N. helvetica) zu Gesicht.

Nun zu den hyponeritischen Glauconitkalken der unteren Bürgenschichten in Bürgenfacies: Da fiel mir zunächst auf, dass an der Nase am Bürgenstock oft ganze Lagen von der megasphärischen A. mamillata erfüllt sind, während A. ex-

[1]) *Lankester* (l. c. 1903, p. 74) schreibt hierüber: „Specimens of Orbitolites have, however (and the corresponding phenomena has also been observed in several other genera) in which a brood of megalospheric young occupies the peripheral chambers of a test, the centre of which is formed by a primitive disc, and which is therefore megalospheric. Hence we must conclude that in these cases the megalospheric form may be repeated, possibly more than once, before a brood of soospores is produced."

[2]) Nach bisheriger Literatur scheint man anzunehmen, dass die megasphärische Generation allgemein die weitaus häufigere sei.

ponens allerdings in anderen Lagen überaus zahlreich auftritt. O. discus var. laevitenuis fiel mir hier zum erstenmal in ungeheurer Häufigkeit in ihrer megasphärischen Generation auf (vgl. p. 48). N. complanata scheint eher noch häufiger zu sein als N. helvetica. Bei Sisikon glaube ich in den gleichen Glauconitschichten sowohl bei A. exponens-mamillata als auch bei N. uroniensis noch einen Überschuss von microsphärischen Individuen schätzen zu müssen (vrgl. p. 52).

In den mergeligen Nummulitenkalken im Flysch von nördlich Hochbühl bei Weesen und Dürrenbach, Säntis-W, den Hauptfundorten der N. gallensis, deren Ablagerungstiefe ich nicht sicher bestimmen kann, herrscht bei weitem die megasphärische Generation vor, am Dürrenbach wohl um das fünfzigfache.

Von typisch neritischen Nummulitenbildungen wüsste ich aus der Schweiz keinen einzigen Fall zu nennen, wo die microsphärische Generation die häufigere wäre. Ich erinnere an die vielleicht um mehr als zehnfach überwiegende Zahl der N. helvetica in den Kalkbänken der Complanataschichten, an die weit überwiegende Zahl der N. Guettardi gegenüber N. atacica in den Blattengratschichten des Sernfgebietes. Gehen wir in den Pilatusschichten in die küstennahen Seichtsee-Gebiete mit vorherrschendem Sandstein oder Lithothamnienkalk, so werden die microsphärischen Individuen geradezu zur Seltenheit. Von N. Boucheri und variolaria kennt man aus den Nummulitenbildungen der Schweizeralpen noch kein einziges microsphärisches Individuum (N. vasca, N. Heberti). *E. Haug*[1]) hat in verdienstvoller Weise auf das Mengen-Verhältnis bei N. contorta-striata geachtet und findet an der klassischen Stätte bei Faudon nur 5 ‰ microsphärische Individuen. Vielleicht ist die weit überwiegende Produktion der kleinen Nummuliten der franco-alpinen Provinz (N. Heberti-variolaria, vasca-Boucheri, contorta-striata, Bouillei-Tournoëri etc.) darin begründet, dass diese Arten vorwiegend neritisch leben.

Ich glaube ferner wenigstens für die Schweizeralpen das folgende Resultat aufstellen zu dürfen:

Die megasphärischen Individuen sind in der Flachsee weiter verbreitet, reichen bis näher an die Küste, können ungünstigere Existenzbedingungen (besonders Grobsandzufuhr) ertragen als die microsphärischen Individuen der gleichen Art[2]).

[1]) *E. Haug:* Sur l'âge des couches à N. contortus et Cerithium Diaboli. B. S. G. F. 1902, p. 486.

[2]) Damit will ich natürlich nicht etwa sagen, dass das Zahlenverhältnis beider Generationen nur von den Lebensbedingungen (Meertiefen) abhänge. Es ist wohl denkbar, dass dieses auch von der betreffenden Art abhängt, indem sich vielleicht die eine mehr geschlechtlich, die andere mehr ungeschlechtlich vermehrt.

Ich will versuchen, diese Erscheinung biogenetisch zu beleuchten. Da sich im allgemeinen die Organismen bei besonders günstigen Lebensbedingungen mit Vorliebe rasch auf ungeschlechtlichem Wege fortpflanzen, so kann das Vorherrschen der megasphärischen Generation an ungünstigen Standorten nicht wohl auf diese Weise erklärt werden. Wir müssen aber andererseits vor allem bedenken, dass bei Tieren und Pflanzen die Geschwindigkeit der Vermehrung in keinem Verhältnis zur Produktion der Sporen oder Embryonen (Samen) steht, sondern dass es stets darauf ankommt, ob sie auf einen günstigen Nährboden gelangen. Obwohl bei Polystomella crispa viel mehr Flagellosporen als Pseudopodiosporen produziert werden, zählt *Lister* 1812 megasphärische Exemplare auf bloss 52 microsphärische. Ähnliches muss für die Nummuliten gelten. Ich stelle mir also vor, dass in der ruhigen Tiefe der Bürgenschichten in Mürtschenfacies die Flagellosporen sich fanden und copulierten, während in den bewegten neritischen Meereszonen und in der Nähe der Küste die Flagellosporen verschwemmt wurden und zu Grunde gingen, ohne zur Kopulation zu gelangen. Die megasphärischen Individuen pflanzten sich vielleicht durch viele Generationen hindurch ungeschlechtlich fort (vergl. Anmerkg. p. 277) und wurden gelegentlich von den benachbarten tieferen Meereszonen her geschlechtlich regeneriert.

4. Wanderungen und isolierte Standorte bei schweizerischen Nummuliten.

Eine der für jeden Geologen überraschendsten Erscheinungen ist das plötzliche Auftreten von Nummulitenkalken inmitten der nummulitenleeren Flysch-Schiefer und -Sandsteinserie. Nicht nur im vertikalen Sinne sind diese riffartigen Bildungen oft vollkommen scharf abgegrenzt, sondern sie sind auch in horizontalem Sinne beschränkt. Plötzlich erscheint die Nummulitenfauna in ihrer vollen Entfaltung und verschwindet wieder, um an einem anderen, damit in keiner Verbindung stehenden Orte wieder aufzublühen. Ich habe diese Nummulitenkalke vom lithologischen Gesichtspunkte aus betrachtet (pag. 68—69, 115—116, 192); jetzt fragen wir, wie diese Tatsachen biologisch erklärlich sind. Nicht nur im Flysch, auch an der Basis der Bürgenschichten sahen wir vielfach die Nummuliten plötzlich und gleichzeitig mit dem eocaenen Sediment auftreten. Ich erinnere an das autochthone Gebiet der Bürgenfacies in den östlichen Schweizeralpen, wo vielfach am Kontaktstück von Kreide und Eocaen schon im untersten Zentimeter die typische und normal entwickelte Assilina exponens vorliegt. An-

dererseits aber haben wir im Gebiet der Mürtschen- und Bürgenfacies auch wieder da und dort konstatieren können, dass die unterste Schicht von einigen Zentimetern bis wenigen Dezimetern noch steril ist und erst darauf die maximale Entfaltung der Nummuliten folgt. Wenn wir zu der Ansicht gelangt sind, dass sich die mitteleocaenen Sedimente der Schweizeralpen ingressionsartig, fast plötzlich über den grössten Teil der Schweizeralpen ausgebreitet haben (vergl. pag. 198), so müssen wir jetzt anerkennen, dass die Nummuliten ebenso rasch wandern konnten.

Die Nummulitideen gehören zum vagilen Benthos. Es ist nicht anzunehmen, dass die fertig beschalten Nummulitideen nennenswerte Wanderungen ausführen konnten; dazu waren die Schalen zu schwer und zu plump. Dagegen sind wohl die Flagellosporen (vielleicht auch die Pseudopodiosporen und die microsphärischen Embryonen) durch Strömungen oder langsame Wasser-Zirkulation am Meergrund verbreitet worden. Wo sich aber im Flyschmeer der Keim des Lebens erhielt, der plötzlich wieder eine neue Siedelung auf neuem Platze schuf, das ist noch eine offene Frage.

5. Pygmaeen-Siedelungen.

Während im einen Nummulitenkalk die Nummuliten gross und voll entwickelt sind, erscheinen im anderen die gleichen Nummuliten als Zwerge. Das auffallendste Beispiel dieser Art fand ich im Drusberggebiet bei Iberg. Dort, an der Stockfluh, sind die Nummuliten im organogenen neritischen Kalk überaus reich entwickelt und erreichen normale Körpergrösse (p. 59—61, Taf. VI, Fig. 25). Am Fidersberg, in nur 3 km abgewickelter südlicher Entfernung finden wir den gleichen Nummulitenkalk mit zum Teil wenigstens den gleichen Nummulitenarten, doch nur als Pygmaeen! (p. 57—59). Die grössten jener Nummuliten, die ich sah, hatten nur etwa 8 mm Durchmesser; Nummulina Murchisoni erreicht 7 mm, Assilina granulosa 6 mm.

Es ist dies aber nicht das einzige Beispiel. Im Nummulitenkalk im Flysch von Lochalp bei Amden, am „Bernetstein" bei Unterwasser im oberen Toggenburg suchte ich vergeblich nach grossen Nummuliten, fand aber auch hier wieder die winzig kleine Varietät der Assilina granulosa-Leymeriei zahlreich vertreten. Die Nummulitenkalke ähnlicher Schichthöhe in der Umgebung sind wieder durch volle Körpergrösse ihrer Nummuliten ausgezeichnet. Schliesslich fiel mir auch die gleiche Erscheinung da und dort innerhalb des gleichen Nummulitenkalkes

im Flysch auf (z. B. Ragaz); in den einen Schichten sind die Nummuliten gross, in den anderen die gleichen zwerghaft. Diese Tatsachen mögen davor warnen, einen „calcaire à petites nummulites“ als chronologisches Dokument zu nehmen. Die Abwesenheit grosser Nummuliten beweist nichts für die Altersbestimmung.

Eine Erklärung der oben genannten Beispiele vermag ich nicht zu geben. Die Körpergrösse kann aber auch noch scheinbar in der Weise ändern, dass von verschiedenen Varietäten oder Rassen am einen Ort die grossen, am anderen nur die kleinen vorkommen. So sehen wir, dass von N. Murchisoni-Heeri die kleine Rasse (var. minor) in die franco-alpine Provinz der Pilatusschichten hineinreicht, während die grosse Form auf die jüngeren Einsiedlerschichten der helveto-bavarischen Provinz beschränkt zu sein scheint. Assilina granulosa var. minor ist viel weiter verbreitet als deren grosse Varietät. Vielleicht ist es eine allgemeine Regel, dass die kleinen Varietäten in den Küstenmeeren über weitere Gebiete verbreitet sind, als die grossen, dass sie weniger rasch den ungünstigen Lebensbedingungen unterliegen — oder umgekehrt, dass ungünstige Lebensbedingungen zu kleinen Rassen Veranlassung geben.

6. Biolithologischer Charakter der schweizerischen Nummulitideen.

E. Haug unterscheidet stenotherme und eurytherme Arten, wobei stenotherm bedeutet: innerhalb enger Wärmeschwankungen lebend; eurytherm: innerhalb weiter Wärmeschwankungen gedeihend. Die neritischen Arten werden als eurytherm, die bathyalen als stenotherm aufgefasst. Diese Bezeichnungen scheinen mir für die Paläobiologie ungünstig, weil ein neritisch lebender Organismus nicht notwendig eurytherm zu sein braucht. Überhaupt haben wir über die Wärmeverhältnisse und Wärmeschwankungen der früheren Meere gar keine genügenden Anhaltspunkte. Ich habe daher im speziellen Teil die folgenden Ausdrücke gebraucht:

stenopisch [1]) = an enge (bestimmte) Facies gebunden.
hemistenopisch = halb an enge Facies gebunden, nur in nahe verwandten Facies.
hemi-euryopisch = in verschiedenen Facies gedeihend.
euryopisch = von der Facies mehr oder weniger unabhängig.

Dabei ist stets gedacht an marine Facies.

[1]) *στενός* = eng; *εὐρύς* = weit; *ὤψ* = Gesicht, Facies; *ἥμισυς* = halb.

Ganz analog lässt sich von **stenobathen**[1]) und **eurybathen** Formen sprechen, je nachdem diese an eng begrenzte Meertiefen gebunden oder von der Tiefe mehr oder weniger unabhängig sind. Will man nun die immer etwas hypothetische Tiefenfrage ausser Betracht lassen, so kann man zweckmässig von den Bezeichnungen **stenolithisch** und **eurylithisch** Gebrauch machen.

Eine stenobathe Species ist nicht immer zugleich stenopisch, weil sie bei bestimmter Tiefe in verschiedenen Ablagerungen vorkommen kann (z. B. N. Boucheri). Umgekehrt kann aber auch eine stenolithische Form gleichzeitig eurybath sein, wenn sie z. B. nur in Schlamm, aber in verschiedenen Meertiefen gedeiht. Durch Kombination mit den Tiefenbezeichnungen kann man in aller Kürze den biolithologischen Charakter angeben, z. B. neritisch-stenobath = auf Tiefen zwischen 200 m und der Ebbelinie beschränkt; oder bathyal-hemistenobath-stenolithisch = in Tiefen von 200—1000 m lebend, doch innerhalb dieser Zone nicht an eine ganz bestimmte Tiefe, wohl aber an ganz bestimmte Ablagerungen gebunden usw.

Im speziellen paläontologischen Teil ist bei jeder Species der biolithologische Charakter angegeben. Ich betone jedoch ausdrücklich, dass ich damit nur die Nummuliten der Schweizeralpen und im besonderen diejenigen der östlichen und zentralen Schweizeralpen betrachtete. Es ist wohl möglich, in manchen Fällen sicher, dass der stenopische Charakter nur für das betreffende, relativ kleine Gebiet seine volle Gültigkeit hat, während die Art als ganzes und in ihrer Gesamtverbreitung sich mehr dem euryopischen Charakter nähert. Es ist immerhin wahrscheinlich, dass Arten von (scheinbar) euryopischem Charakter sich in zahlreiche Rassen zerlegen lassen, wobei dann jede Rasse sich wieder mehr oder weniger euryopisch verhält. Zukünftige Forschungen werden besonders auf die Beziehungen von Gesteinsfacies zu den Varietäten oder Rassenmerkmalen zu achten haben. Als ein auffallendes Beispiel dieser Art fanden wir Orthophragmina discus, die als ganze Art hemi-euryopisch und hemi-eurybathen Charakter zeigt, die sich aber in vier Varietäten zerlegen lässt, die jeweilen mehr oder weniger stenopisch sind (p. 256—260).

Wir haben gefunden, dass die Nummuliten der Schweizeralpen im allgemeinen stenopische bis hemistenopische und stenobathe bis hemistenobathe Organismen sind, die sehr rasch und scharf auf geringe Facies- und Tiefenveränderungen des Meeres reagierten, aber im allgemeinen innerhalb der bis 3000 m mächtigen Ablagerungen bei Wiederkehr der gleichen Facies auch in beliebiger Höhe wieder erscheinen.

[1]) βαθύς = tief.

Die Orthophragminen-Discocyclinen scheinen z. T. eher weniger stenopisch zu sein und sie gedeihen auch noch bis nahe an die Küste.

Wir können etwa folgende Typen herausgreifen, die natürlich nicht als absolut aufzufassen sind:

I. bathyal (hyponeritisch), stenobath, stenolithisch für Glauconitkalk, sind Assilina exponens und Orthophragmina discus var. laevitenuis.

II. hyponeritisch bis neritisch, stenobath (?) hemistenolithisch, sind Nummulina uroniensis, gallensis.

III. bathyal bis neritisch, hemi-eurybath bis hemistenobath, hemistenolithisch, ist besonders Nummulina complanata α und β.

IV. neritisch, stenobath, für organogene Facies stenolithisch, sind Nummulina distans, irregularis, atacica (Assilina granulosa), Orthophragmina Archiaci.

V. neritisch, stenobath (?), hemistenolithisch bis hemi-eurylithisch (in Sandstein, Lithothamnienkalk, Mergel etc.) sind Nummulina variolaria, striata (?), Boucheri.

7. Meertiefen und Küstendistanz.

In bezug auf die Küstendistanz des Gedeihens scheint die Gruppe V am nächsten an das Ufer und die Flussmündungen heranzutreten, während die übrigen vier Gruppen nicht den geringsten Brackwasser-Einfluss ertragen.

Die Meertiefen, in welchen die schweizerischen Nummulitideen vorzugsweise lebten, lassen sich etwa wie folgt zusammenstellen.

<table>
<tr><th colspan="2"></th><th>Nummuliten</th><th>Orthophragminen</th></tr>
<tr><td rowspan="3" colspan="2">neritische Zone
200—0 m</td><td>N. Boucheri, striata, Fabianii,
N. variolaria, Heeri var. minor</td><td>Actinocyclina patellaris,
Discocycl. discus var. granulatotenuis</td></tr>
<tr><td>N. distans, irregularis, Murchisoni
var. major, complanata var. minor,
Assilina granulosa</td><td>Discocyclina Archiaci, sella,
dispansa</td></tr>
<tr><td>N. complanata α und β;
N. uroniensis (var. Pilatana), gallensis</td><td>Discoc. discus var. granulatotenuis</td></tr>
<tr><td rowspan="2">bathyale Zone
1000—200 m</td><td>hyponeritisch</td><td>Ass. exponens, N. uroniensis,
N. gallensis? (N. complanata)</td><td>Discoc. discus var. laevicrassa
und var. laevitenuis</td></tr>
<tr><td></td><td>Assilina exponens</td><td>Discoc. discus var. laevitenuis</td></tr>
</table>

Zwei Hauptgruppen treten sogleich in den Vordergrund:

I. Die bathyale Tiefe ist charakterisiert durch Assilina exponens und Orthophragmina discus var. laevitenuis (vgl. p. 164).

II. Die überwiegende Mehrzahl der Nummuliten und Orthophragminen sind jedoch neritische Arten.

Diese Ableitungen sind das Resultat des vergleichend lithologischen Studiums und der Integration der Spezialprofile, wie sie im ersten Teil dieser Arbeit gegeben sind.

Die nächst verwandten lebenden Nummulitiden sind nach den Untersuchungen der Challenger-Expedition[1]) tropische bis subtropische, eurybathe oder hemi-eurybathe[2]) Formen, die bis in die abyssale Region hinabsteigen, mit Ausnahme des **Nummulites cumingii** Carp., der nach *Brady* am nächsten verwandt ist der N. Boucheri und variolaria und in „shallow-water" bis zu 25 Faden (= ca. 50 m) Tiefe gefunden wurde.

8. Parasitismus.

(Vergl. Taf. III, Fig. 3a, 5, 11; Taf. IV, Fig. 2, 6, 7; Taf. V, Fig. 7; Taf. VII, Fig. 18).

Überaus häufig begegnet man in den Nummulitenbildungen der Schweizeralpen angefressenen Nummuliten. Schon *de la Harpe* hat darauf aufmerksam gemacht[3]) und *Schlumberger* hat den „Orbitophag" bei den Orbitoiden gefunden. Am meisten fielen mir die Durchbohrungen auf an Nummulina distans (Flibach), N. complanata, N. uroniensis, N. gallensis und N. atacica. Der unbekannte Parasit,[4])

[1]) *Brady:* Foraminifera, Report on the sc. res. of H. M. S. Challenger.

[2]) Es werden in dem genannten Werk die folgenden Daten gegeben:
Operculina complanata Defr. 30–420 Faden – Operculina ammonoides Gron. 45–1630 Faden – Heterostegina depressa d'Orb. 6–620 Faden – Amphistegina lessonii d'Orb. 30–1750 Faden – Cycloclypeus Guembelianus Brady 210 Faden.

[3]) *De la Harpe:* Etude d. Numm. d. l. Suisse p. 52.

[4]) Durch die Freundlichkeit meines hochgeehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. *Arnold Lang*, erhielt ich die folgende briefliche Mitteilung von Herrn Prof. Dr. *L. Rhumbler*, wonach folgende Parasiten in Betracht kommen können:

1. „Anbohrungen von Schalen, die wohl ganz verschiedenen bohrenden Organismen zugehören und sich in ähnlicher Weise auch in Splittern von Molluskenschalen und ähnlichen Kalkkörpern finden; vielfach wird es sich dabei um Bohrschwämme, vielleicht z. T. auch um minierende Bryozoen handeln; gewisse Formen könnten möglicherweise auch minierenden parasitären Foraminiferen zugehören. Schalenanbohrungen sind ungemein häufig, werden in der Literatur aber meistens mit Stillschweigen übergangen."
2. „Parasitische Fäden (vielleicht Pilze) erwähnt *Merkel* für Polytrema in Zeitschr. wiss. Zool., v. 67, 1900, p. 318."
3. „In fossilen Foraminiferen beschrieb *Carter* eine von ihm als Ramulina (?) angesprochene parasitäre Foraminifere, Ramulina parasitica (Ann. Mag. nat. Hist. v. IV, S. 6, 1889, p. 94—101,

möglicherweise selbst eine Foraminifere (Ramulina?), hat meistens ein kugeliges Loch von 1—3 mm Durchmesser ausgefressen und ist dann dem Weichkörper spiralig entlang gegangen. Er hält sich dabei aber nicht streng an die Spiralen, frisst nicht nur die dünnen Septen weg, sondern durchlöchert auch in beliebiger Richtung die dicken Schalen (Taf. III, Fig. 3a, 5). Auf Taf. IV, Fig 6 ist zu sehen, wie mehrere Windungen ausgefressen wurden, und darauf der Parasit den ausgefressenen Gang (dunkler Steinkern im Dünnschliff) als Rückweg benutzte, um an anderer Stelle sein Werk fortzusetzen. In Taf. IV, Fig. 7a und b ist ersichtlich, wie der Gang von einem Spiralkanal zum anderen übersetzte.

Bei den Assilinen, bei denen ja ausser in der Medianzone kein Weichkörper vorhanden ist, frisst denn auch der Parasit der Spirale entlang, ohne viel von der dicken Schale aufzuzehren (Taf. VII, Fig. 18 oben und unten). Ich fand aber auch Orthophragmina discus (Beatenberg) gelegentlich durchlöchert.

Dagegen fiel mir auf, dass ich die Spuren immer nur bei microsphärischen Individuen bemerkt hatte. Schliesslich fand ich aber in Taf. V, Fig. 7 doch ein megasphärisches Exemplar von N. gallensis mit einem Parasitenloch.

Ob irgendwelche Gesetzmässigkeit des Parasitismus in bezug auf bestimmte Arten, Ablagerungen und Meertiefen vorhanden sind, kann ich auf Grund meiner noch zu unvollkommenen Beobachtungen nicht antworten.

Es frägt sich nun: sind die Nummuliten-Individuen an ihren Parasiten zugrunde gegangen, sind vielleicht durch Überhandnahme des Parasitismus gar die grossen Nummulinen ausgestorben?

Eines scheint mir klar zu sein. Der Nummulit lebte noch einige Zeit mit dem Parasiten im Leibe fort, denn der tote Organismus musste sich rasch zersetzen. Man könnte annehmen, dass der annähernde Weichkörper des microsphärischen Individuums die Schale verliess und in Plasmodien zerfiel, um nicht ganz aufgefressen zu werden [1]). Vielleicht hängt auch irgendwie mit dem Para-

---

pl. VIII). Dieselbe Form meinen wohl *Jones* und *Chapmann*, wenn sie eine Ramulina als in anderen Foraminiferengehäusen gefunden angeben. (Journ. Linn. Soc. Zool., v. 26, p. 338)."

4. „In grösseren Sandschalern fand ich der Gestalt nach gregarinenartige Allogromiinen, die in meiner Zusammenstellung der rezenten Reticulosa in Arch. Protistenk., v. 3, 1904, p. 211—212 verzeichnet sind."

5. „Eine neue, mehrkammerige chitinige Foraminifere mit langen Kammerhälsen zwischen den Kammern werde ich demnächst als Hospitella fulva in meiner Bearbeitung der Foraminiferen der Plankton-Expedition beschreiben. Sie kommt vorwiegend in Globigerinen und Pulvinulinen des Globigerinenschlammes vor und kann ganze Kammern ausfüllen." Für diese wertvollen Mitteilungen bin ich Herrn Prof. Dr. *Rhumbler* zu besonderem Danke verpflichtet.

[1]) Bekanntlich werden angestochene Früchte rascher reif als unversehrte, und verletzte Insekten legen rascher ihre Eier als unbeschädigte. Das wäre dann ein analoger Fall.

sitismus die auffallende Tatsache zusammen, dass häufig Schalen von verschiedenstem Alter nebeneinander liegen.

9. Bemerkungen zur Nomenklatur in bezug auf den Dimorphismus.

In einer interessanten diesbezüglichen Arbeit schlägt *E. Van den Broeck*[1]) zwei verschiedene Arten der Nomenklatur vor und übergibt diese der Kritik der Zoologen und Geologen, die sich mit Foraminiferen beschäftigen. Auch *Van den Broeck* scheint es notwendig, in stratigraphischen Untersuchungen auf beide Generationen getrennt zu achten und daher auch beide getrennt zu notieren. Er bringt z. B. für die Spezies N. planulata-elegans folgende beiden Arten der Nomenklatur in Vorschlag:

{ **Nummulites elegans,** Sow. (1).
{ **Nummulites elegans** (B **planulata**), Lmk. (2).

{ **Nummulites** (B **planulata**) Lmk. (1).
{ **Nummulites planulata,** Lmk. (A **elegans,** Sow.) (2).

Zugunsten der ersten beiden Schreibweisen spricht nach *Van den Broeck* die grosse Häufigkeit der megasphärischen im Gegensatz zu der oft sehr seltenen microsphärischen Generation.

Ich muss trotzdem diese Schreibweise missbilligen, weil, wie ich eingehend abgeleitet habe (p. 274), dass die megasphärische Generation die volle Entwickelung der Art nicht erreicht, und man niemals embryonale Formen einer Art zur Bestimmung und Nomenklatur bevorzugen darf. Überhaupt ist es schade, dass die microsphärische Generation mit B statt mit A bezeichnet wurde. Andererseits sind verschiedene mit der megasphärischen Nummuliten-Vorsilbe s u b belegt worden, so dass z. B. niemand eine Species N. subirregularis billigen könnte.

Die zweite Schreibweise ist entschieden besser als die erste, indem sie die microsphärische Generation bevorzugt. Etwas einfacher würde sich die Formel gestalten, wenn man konsequent die microsphärische Generation mit I, die megasphärische mit II bezeichnen würde, also z. B.:

Nummulina planulata I, Lam.
Nummulina planulata II, Lam. (= **elegans,** Sow.).

---

[1]) *Ernest Van den Broeck:* Comment faut-il nommer les nummulites en tenant compte de leur dimorphisme? Appel aux biologistes, géologues et paléontologistes. B. S. Belge de Géologie, Tome X Fasc. IV, 1896, p.50—62.

Man könnte so auf diese Weise allmählich die Namen für die megasphärischen Generationen ausschalten. Da mir noch keine Bezeichnung als die alleinrichtige erscheint, habe ich vorläufig im speziellen Teil die alte doppelte Speciesbezeichnung beibehalten.

10. Evolution und Phylogenie der Nummuliten.

In der Frage der zeitlichen Folge der Nummuliten stellen meine Untersuchungen die bisherigen, fast allgemein angenommenen Entwicklungsreihen auf den Kopf. Zwar fehlt es nicht an einzelnen Beobachtern, die in ganz anderen Gegenden zu überraschend ähnlichen Resultaten gelangten. Wenn ich dazu komme, das Auftreten der **Nummulina Fabianii, striata, Boucheri** als gleichzeitig mit **N. complanata, uroniensis, Assilina exponens** und anderen zu betrachten, beiden Gruppen nur provinzielle Verschiedenheit zuschreibend, so kann ich den skeptischen Leser an die Resultate des vortrefflichen Nummuliten-Stratigraphen *von Hantken*[1]) erinnern, der schon 1879 in einem ähnlichen Widerspruch zu den Pariser Geologen stand, wie mich heute neue Beobachtungen stellen. Es ist wohl hier am Platze, aus der genannten Arbeit *von Hantken's* über Ungarn einige wichtige Zitate wörtlich wiederzugeben:

„Der Schichtenkomplex mit Nummulites striata ist unmittelbar mit solchen Schichten überlagert, in welchen Nummulites Tchihatcheffi d'Arch.[2]), Orbitoides radians d'Arch., Serpula spirulaea Lam. usw. auftreten". In diesem Punkte sind *Hébert, Munier-Chalmas* und *von Hantken* einig; doch *von Hantken* weicht in folgenden Punkten von der Anschauung der Pariser Geologen ab:

„Was die über den Schichten mit Nummulites subplanulata und mit Nummulites laevigata gelagerten Schichtenkomplexe anbelangt, so stellen die französischen Geologen die Nummulites striata-Schichten der Graner Gegend über die Schichten mit Nummulites Lucasana, Nummulites perforata[3]), Nummulites complanata und Nummulites spira, was ich nicht für richtig halte, indem die zwischen den Nummulites Tchihatcheffi- und N. subplanulata-

---

[1]) *Max von Hantken:* Die Mitteilungen der Herren *Edm. Hébert* und *Munier-Chalmas* über die ungarischen alttertiären Bildungen. Literarische Berichte aus Ungarn, Budapest 1879, Bd. III, Heft 4, p. 1—32, Taf. I—II.

[2]) Ob *von Hantken* darunter die megasphärische Generation von N. complanata oder von N. distans versteht, hat insofern für unsere Frage nur nebensächliche Bedeutung, weil nach modernen Anschauungen beide für Lutétien bezeichnend sein sollen.

[3]) Die beiden letzteren annähernd entsprechend N. uroniensis.

Schichten in der Graner Gegend, und zwischen den N. Tchihatcheffi- und den N. laevigata-Schichten im Bakony auftretenden Schichten parallele Reihenfolgen darstellen und demnach deren einzelne Abteilungen nicht **über** einander, sondern **neben** einander zu stellen sind, und namentlich entsprechen die Nummulites spira, Nummulites complanata, Nummulites Lucasana und Nummulites perforata gekennzeichneten Schichten im Bakony der oberen Abteilung der Nummulites striata-Schichten der Graner Gegend" etc.... (l. c. pag. 21).

Doch nicht nur in bezug auf die relative Schichthöhe der N. striata findet *von Hantken* in Ungarn dasselbe, was ich in den Schweizeralpen feststellen muss; denn er fährt an anderer Stelle fort:

„Die wechselseitige Vertretung der Nummulites Tchihatcheffi- und der Nummulites intermedia [1])-Schichten scheint in Ungarn eine allgemeine zu sein" (!!) (l. c. pag. 26).

Von Hantken geht noch weiter, indem er die folgenden Analogieschlüsse mit dem Vicentino zieht: „Es entsprechen nämlich die Roncaer Schichten den Schichten der Graner Gegend, hingegen die Schichten von San-Giovanni-Illarone jenen der Bakonyer Gegend, und demnach glaube ich, dass man auch die Roncaer Schichten nicht **über** die von San-Giovanni-Illarone, sondern diese beiden nebeneinander parallel stellen soll."

Was die Nummulina striata anbelangt, findet aber auch *Koch*[2]) diese mit N. perforata auct. zusammen, aber auch noch N. Heberti-variolaria in den gleichen Schichten.

Nun haben aber die neueren Untersuchungen[3]) im Adourgebiet (Biarritz) gezeigt, dass dort N. Fabianii (N. intermedia auct.) bezeichnend ist für die höheren eocaenen Schichten und in den tieferen nicht vorkommt. Die Nummuliten mit Netzleisten werden nun als Leitfossilien für Ober-Eocaen bis Oligocaen betrachtet. Die Resultate *von Hantken's*, von *Tournouër* und *A. Koch* werden nicht mehr beachtet, das Lager der Nummulina Fabianii soll in den Alpen ein „Priabonien" im Sinne von Ober-Eocaen beweisen, während andererseits N. complanata-„Tchihatcheffi" für Lutétien als entscheidend hingestellt werden.

Noch schlimmer ist es, wenn der N. striata ein bestimmtes Niveau, nämlich Bartonien zugeschrieben wird. Was N. Boucheri betrifft, habe ich diese

---

[1]) Unter dieser Bezeichnung ist N. Fabianii inbegriffen.

[2]) *Anton Koch:* Mitt. aus dem Jahrb. d. kön. ungarischen geol. Anst. Bd. X, 1884, p 179—397.

[3]) *H. Douvillé:* Evolution des Nummulites etc. B. S. G. F., 1906, p. 13.

— Le terrain nummulitique du Bassin de l'Adour. B. S. G. F., 1905, p. 9—55.

J. Boussac: Note sur la succession des Faunes nummulitiques à Biarritz. B. S. G. F., 1908, p. 237—255.

in den unteren Bürgenschichten neben N. uroniensis, an der Basis der über 2000 m mächtigen Mitteleocaenbildungen, ferner in den oberen Bürgenschichten neben N. complanata (Sisikon p. 52) und in den jüngeren Hohgantschichten des Thunerseegebietes gefunden. N. Fabianii nimmt die Höhe der Complanataschichten ein. Das sind Leitfossilien des „Priabonien“!

Bevor ich die aus den Schweizeralpen gewonnene Nummulitenfolge vorlege, wollen wir die wichtigsten bisherigen Aufstellungen rasch durchgehen.

Von Hantken[1]) unterscheidet von oben nach unten:

5. Horizon supérieur des Nummulites striées,
4. „ des Nummulites réticulées,
3. „ moyen des Nummulites striées,
2. „ des Nummulites granulées (Horizon des Assilines),
1. „ inférieur des Nummulites striées.

Die erste dieser Zonen (N. planulata) kommt in den Schweizeralpen nicht vor. Die zweite entspricht den Bürgenschichten in der helveto-bavarischen Region, die dritte und vierte den Bürgenschichten der franco-alpinen Region.

Eine andere Einteilung in acht Hauptgruppen, die allgemein gelten sollte, gibt *de la Harpe* in seinem Werk über die Schweizerischen Nummuliten (l. c. p. 76):

Echelle des Nummulites nach *de la Harpe.*

Nr.	Groupe zoologique	Espèces caractéristiques
8	N. striées, zone supérieure	**N. vasca** J. et L.; **N. Boucheri** d. l. H.; (**N. striata** var., Hantk.)
7	N. réticulées	**N. intermedia** d'Arch.; **N. Fichteli** Mich. (N. garansensis d'Arch.)
6	N. lisses	**N. complanata** Lam.,; **N. Tchihatcheffi** d'Arch.; (N. helvetica Kaufm.)
5	N. striées, zone moyenne	**N. contorta** Desh.; **N. striata** d'Orb.
4	Assilines (N. explanatae d'Arch.)	**N. spira** de Rois.; **N. subspira** d. l. H.; **N. exponens** Sow.; **N. mamillata** d'Arch.; **N. granulosa** d'Arch.; **N. Leymeriei** d'Arch.
3	N. granulées	**N. perforata** d'Orb.; **N. Lucasana** Defr.
2	N. subreticulées	**N. laevigata** Lam.; **N. Lamarcki** d'Arch.
1	N. striées, zone inférieur	**N. planulata** Lam.; **N. elegans** Sow.

[1]) Vergl. *de la Harpe:* Etude d. Numm. de la Suisse. Mém. Soc. pal. Suisse Vol. VII 1880, p. 71.

Wir gehen nun über zu den neueren Stufenleitern, die von *H. Douvillé*[1]) 1905 und *J. Boussac*[2]) 1906 aufgestellt wurden:

nach *H. Douvillé* 1905			nach *J. Boussac* 1906	
Lacune		Lacune et discordance	Rupélien (Stampien)	**N. intermedius, vascus, Bouillei** Premières **Lepidocyclina**
Sannoisien Bart. sup.	7	**N. Bouillei** **N. vascus** **N. intermedius**	Latdorfien	**N. intermedius, vascus, Bouillei,** ni Lepidocyclina, ni Orthophragmina
			Ludien	**N. intermedius, vascus, Bouillei,** Dernières **Orthophragmina**
			Bartonien	**N. striatus, N. cf. vascus, N. Fabianii. Orthophragmina** nombreuses. Apparition de **Spiroclypeus**
Bartonien inférieur	6	**N. contortus, N. variolarius, N. Lucasi**	Auversien	**N. striatus, Brongniarti, crassus**[3]), **aturicus, Ass. exponens**
Lutécien supérieur	5	**N. complanatus, N. Brongniarti, N. aturicus, Assilina exponens**	Lutétien supérieur	**N. Biarritzensis, Brongniarti, crassus, N. complanatus, Gizehensis, Ass. granulosa**
Lutécien moyen	4	**N. complanatus, N. Brongniarti, N. crassus, A. granulosa, A. spira**		
Lutécien inférieur	3 2	**N. laevigatus, N. Murchisoni, N. atacicus, A. granulosa, A. spira, A. praespira**	Lutétien inférieur	**N. atacicus, laevigatus, irregularis, Ass. spira** et **praespira.**
Yprésien	1	**N. planulatus**		

Mit dieser Zusammenstellung kann nun die auf der folgenden Seite dargestellte stratigraphische Nummulitenfolge verglichen werden, wie ich sie in den Schweizeralpen finde.

Die Begründung dieser Auffassung habe ich im ersten Teil dieser Arbeit gegeben. Man sieht, dass ich wie *von Hantken* dazu gelange, die verschiedenen Nummuliten, die für oberstes Eocaen und Oligocaen als leitend gelten, nicht übereinander, sondern **nebeneinander** stelle.

Es bleibt mir nun noch übrig, mit einigen Worten auf die **Phylogenie** der Nummuliten zu sprechen zu kommen, wie sie *H. Douvillé*[4]) aus seinen strati-

---

[1]) *H. Douvillé:* Terrain Numm. du bassin de l'Adour. B. S. G. F. 1905, p. 55.

[2]) *J. Boussac:* Le terrain nummulitique à Biarritz et dans le Vicentin. B. S. G. G. 1906, p. 558.

[3]) = aturicus = ? uroniensis.

[4]) *H. Douvillé:* Evolution des nummulites dans les différents bassins de l'Europe occidentale. B. S. G. F., 1906, p. 13—42 (besonders phylogenetische Tabelle, p. 41).

	Helveto-bavarische Provinz der östlichen und zentralen Schweizeralpen.	**Franco-alpine Provinz** der zentralen und westlichen Schweizeralpen
oberes Lutétien (-Auversien?)	**N. distans** Desh.; **irregularis** Desh. typ. und var. formosa d. l. H.; **Murchisoni** Br. var. major d. l. H.; **N. atacica** Leym. (= Biarritzensis); **A. granulosa** d'Arch.	?
	N. gallensis Heim; (**complanata** Lam. var. minor); **Assilina granulosa** d'Arch. (**A. exponens**)	**N. Partschi-Oosteri** d. l. H.
	fossilleer	**N. Boucheri** d. l. H. = **vasca** J. et L. (**N. striata** Br.); **N. variolaria** Sow. = **Heberti** d'Arch. et H.
mittleres Lutétien	**N. complanata** Lam., Haupt-Entfaltung; **N. uroniensis** Heim	**N. Fabianii** Prev., **N. striata** Br. = **contorta** Desh.; **N. Heeri** d. l. H. var. minor (= **Murchisoni**); **N. Boucheri** d. l. H. = **vasca** J. et L.
	N. uroniensis Heim; **A. exponens** Sow., Haupt-Entfaltung	**N. contorta** Desh. = **striata** Br. **N. Boucheri** d. l. H. = **vasca** J. et L.

graphisch-paläontologischen Untersuchungen, besonders des Adourgebietes, ableitet. Er betrachtet **Operculina** als Grundform, von der er alle eogenen Nummuliten und Assilinen ableitet. Ist dies richtig, so müsste allerdings die ontogenetische Entwicklung, wie ich sie besonders für Assilina exponens (p. 246) abgeleitet habe, in keinem Zusammenhange mit der Phylogenie stehen, denn wir haben gesehen, dass das Nummulinenstadium ontogenetisch das primitive ist und dieses schliesslich zum operculiniformen Stadium überführt. Ich wüsste aber keinen auf paläontologischen Tatsachen gestützten Grund, weshalb hier das biogenetische Grundgesetz versagen sollte. Das Lutétien wird als „Zone des grandes Nummulites" bezeichnet und von diesen, nämlich Nummulina atacica, distans, irregularis, Murchisoni, sollen sich nun phylogenetisch die kleinen Nummulinen, N. variolaria, striata, Boucheri, ableiten lassen, die in den Schweizeralpen ein um 2000 m tieferes Niveau einnehmen. Wir ersehen daraus, dass die phylogenetische Nummulitenfolge keineswegs aus einzelnen Gegenden abgeleitet werden darf, weil noch ganz andere, oft unbekannte Faktoren eine autochthon phylogenetische Entwicklung unmöglich machen. So darf also auch keinesfalls etwa nach meinen Befunden geschlossen werden, dass umgekehrt die genannten grossen Nummuliten von den kleinen abzuleiten wären.

Noch einen Punkt möchte ich erwähnen, auf den *H. Douvillé* selbst hinweist mit den Worten: „Si on étudie le développement des Nummulites, comme

l'a fait *de la Harpe,* par exemple, on est frappé de ce fait que le niveau supérieur est précisément caractérisé par des formes qui se rapprochent des espèces les plus anciennes, c'est-à-dire du groupe du N. planulatus; pour certaines d'entre elles la régression est encore plus marquée, elles dépassent ce stade planulatus pour se rapprocher du type Operculine qui doit être considéré comme la souche de tout le groupe des Nummulites" (B. S. G. F., 1905, p. 38). Meine Untersuchungen zeigen nun, dass es sich hier gar nicht um eine Rückkehr der phylogenetisch älteren Typen zu handeln braucht, sondern dass einfach im Adourgebiet die Verwandten der N. planulata später erst wieder eingewandert sind. Und ist es nicht auch natürlicher, N. Fabianii (N. intermedia) mit N. laevigata (N. scaber) und N. Brongniarti ins Lutétien zu stellen, als die beiden Gruppen mit Leistennetz (Nummulites réticulées) zeitlich weit auseinander zu reissen? (Vergl. Tabellen p. 290—291.) Sei es so oder anders, so darf ich doch sagen, dass vom Standpunkte der Evolution, der Phylogenie und Ontogenie der Nummuliten meiner neuen Anschauung nichts entgegensteht.

Das Resultat dieses Abschnittes ist ein negatives. In den Schweizeralpen fehlt, wie allgemein in den Alpen, marines Unter-Eocaen, und darum kennen wir auch nicht die Vorfahren unserer mitteleocaenen Nummuliten. Mit einem Schlage, ebenso rasch, wie sich die Sedimente ausbreiteten, hat die mannigfaltige Nummulitenwelt das Gebiet der nördlichen Alpen besiedelt.[1])

Soviel muss aber nochmals betont werden, dass die bisherigen Anschauungen über die zeitliche Nummulitenfolge verlassen werden müssen.

11. Sind die Nummuliten „gute Leitfossilien"?

Darüber gehen die Meinungen auseinander. *E. Haug, H. Douvillé* und *J. Boussac* betrachten sie als vorzügliche Leitfossilien und verwerten sie in ausgiebiger Weise zur Altersbestimmung. *Dollfus*, besonders aber *P. Oppenheim*[2]),

[1]) Da in den ältesten Nummulitenschichten der Schweizeralpen bereits die Nummulinen (N. complanata, uroniensis) und Assilina exponens in maximaler Grösse entwickelt sind und später die Tendenz zeigen, kleiner zu werden, so muss auch angenommen werden, dass die nächst verwandten Vorfahren schon im Untereocaen entwickelt waren. Ich vermute daher, dass man auch noch Assilinen im Untereocaen finden wird — vorausgesetzt, dass man nicht auf Grund der Assilinen ein solches Untereocaen in Abrede stellen wollte.

[2]) *P. Oppenheim* (Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges., 1906, p. 177) schreibt: „An und für sich ist die Argumentation *Douvillé's* im höchsten Masse anfechtbar und zeigt, wie wenig *Douvillé* selbst vor der Hand noch von den Parallelisierungen „à grande distance" wissen will; sie ist vielleicht für das kleine Adour-Becken anwendbar und versagt sofort, sobald wir die Verhältnisse in anderen Gegenden ins Auge fassen."

protestieren dagegen. *J. Boussac* erwidert (B. S. G. F. 1906, p. 650): „J'espère qu'après avoir lu ce qui précède, M. *Oppenheim* reconnaitra que nous ne sommes pas si loin d'être d'accord, et qu'il n'y a rien d'exagéré à dire que les Nummulites sont des fossiles précieux pour l'établissement des synchronismes à grandes distances.“

Nachdem die Parallelisierungen nach den Nummuliten vorgenommen worden sind, scheinen diese in der Tat gute Leitfossilien zu sein. Die Erkenntnis, dass die „Nummulites réticulées“ im Gebiet der Pyrenäen bezeichnend sind für den jüngsten Teil der dortigen Ablagerungen, wurde nun auch auf die Schichten von Priabona und der Diablerets übertragen; sie sollten nach der Faunenübereinstimmung alle gleich jung sein [1]. Aber wo ist bewiesen, dass die genannten kleinen Nummuliten N. vasca, Boucheri, intermedia, Fabianii des Adourgebietes dem Obereocaen bis Oligocaen des Pariserbeckens zeitlich entsprechen? „C'est donc presque exclusivement sur les Foraminifères que nous devrons nous appuyer pour établir le synchronisme de ces formations“ schreibt *H. Douvillé* (B. S. G. F. 1905, p. 37). Es sind N. laevigata (inkl. var. scaber), N. variolaria und Orbitolites complanatus, auf welche die Parallelisierung angewiesen ist. Mit Ausnahme der bartonischen (nach *Oppenheim* durch alle möglichen Stufen hindurchgehenden) N. variolaria handelt es sich hierbei nur um Lutétien-Formen.

Wenn nun die Nummulitenfolge des Adourgebietes anerkannt wird, so muss nach meinen Beobachtungen notwendig gefolgert werden, dass die Nummuliten keine guten Leitfossilien sind. Es sind eben Foraminiferen. Zum mindesten muss man sagen, dass die kleinen Nummuliten, die für Obereocaen und Oligocaen charakteristisch sein sollten, bei Altersbestimmungen auf grosse Distanzen nicht mehr als Leitfossilien für genaue Stufenbestimmungen berücksichtigt werden sollten.

Aber es frägt sich jetzt, in welchem Masse uns die Nummuliten innerhalb eines kleineren, in bezug auf seine geophysische Lage einheitlichen Meergebietes über zeitliche Parallelisierung Auskunft geben können. Das müssen wir als Hauptergebnis hervorheben, dass in den östlichen und zentralen Schweizeralpen durch eine bis 3000 m mächtige Ablagerung hindurch in der Regel jeweilen bei Wiederholung der gleichen Facies auch wieder die gleichen Nummuliten zurückkehren. Die Nummuliten erscheinen uns also vorerst als Facies-Fossilien.

[1] Vielleicht wird man später einmal den Spiess umdrehen können und sagen, auf Grund der Faunenübereinstimmung mit den Diablerets sollten auch die als Obereocaen und Oligocaen gedeuteten Schichtkomplexe des Adourgebietes als mitteleocaen betrachtet werden.

Wenn aber, was häufig und besonders ausserhalb der Schweiz vorkommt, in einem Profil die Sedimentation langsam wechselt, und die gleichen Sedimente nicht wiederkehren, so treten auch zeitlich verschiedene Nummulitenfaunen auf, und diese sind es, welche eine Evolution vortäuschen.

Wir können trotzdem im Eocaen der Schweizeralpen einige Nummuliten herausschälen, die zwar mehr oder weniger stenopischen Charakter tragen, aber doch für die zwei Hauptgruppen des Eocaen als leitend auftreten:

Nummulina distans (N. Kaufmanni) und N. gallensis kommen nach allem, was wir bis jetzt wissen, nur in den Einsiedlerschichten vor, und sie fehlen vollständig in den Pilatusschichten. Sehen wir ab von dem Nummulitenkalk der Stockfluh, so können wir hinzufügen, dass auch Assilina granulosa, N. irregularis und N. Murchisoni var. major nur aus dieser jüngeren Nummulitenabteilung bekannt sind. So können wir also diese bis zu einem gewissen Grade als Leitfossilien für unsere Untersuchung anerkennen.

Umgekehrt ist in den Bürgenschichten von grossen Nummuliten nur N. uroniensis bezeichnend. N. Boucheri ist bisher einzig aus den Pilatusschichten bekannt, verhält sich aber innerhalb dieser ganz ungebunden.

So ist es wohl gerechtfertigt, wenn ich in dieser Arbeit für die Altersbestimmung nur in ganz beschränktem Masse mich auf die Nummuliten verlassen habe, und die Gesamteinteilung auf vergleichend lithologische Studien und auf die grossen, bereits bekannten, höher organisierten Faunen gegründet habe.

Auch das Resultat dieses Abschnittes ist prinzipiell nicht neu. Ich brauche nur mit *P. Oppenheim* (l. c. 1906, pag. 169) nochmals das Zitat eines *Tournouër*[1]) in Erinnerung zurückzurufen: „Quant aux espèces de Nummulites, nous rappelerons qu'elles ne sont pas toutes localisées dans certaines couches géologiques; elles peuvent au contraire occuper plusieurs niveaux et traverser plusieurs étages et elles forment en définitive des horizons chronologiques peu certains."

12. Die zwei Provinzen.

„Il résulte de la distribution des espèces que cette mer a formé dans notre pays (Suisse) au moins deux bassins bien séparés. Le premier, celui des Alpes du

[1]) *Tournouër:* Sur la présence de Nummulites dans l'Etage à Natica crassatina du bassin de l'Adour. B. S. G. F. XX, Paris, 1862—63.

Sud-Ouest renferme les espèces des zones 5me, 7me, 8me (vergl. pag. 289). Le second, celui des Alpes du centre et du nord-est, renferme les espèces caractéristiques des zones 3me, 4me, 6me, toujours ou presque toujours mêlées. Sur quelques points, au Pilate et dans le canton de Glaris, celles de la 6me semblent former une zone speciale, sans mélange", schreibt *de la Harpe* (l. c. 1880, pag. 80—81).

Diese Aussage und die Annahme von Fjorden, welche in die Alpen eindrangen, ist für die damalige Zeit begreiflich. Seither hat uns die tektonische Deckenlehre einen ganz neuen Einblick in die Stratigraphie der Alpen gebracht. Von zwei oder mehreren getrennten Meerbecken kann in den Schweizeralpen keine Rede mehr sein.

Richtiger ist die neueste Vorstellung von *J. Boussac*[1]) insofern, als er im Sinne von *E. Haug* und *H. Douvillé* in der verschiedenen Verbreitung der sog. Nummulitenstufen nicht verschiedene Becken, sondern nebeneinander liegende und ineinander übergehende Zonen betrachtet, die dem Alpenrand entlang verlaufen. Ich habe nun aber gezeigt, dass hier auch nicht verschiedene Altersstufen vorliegen, nicht ein langsames Vorschreiten des Meeres nach dem Geosynclinalrand stattfand, sondern dass es sich nur um **faciell und provinzionell verschiedene, aber annähernd gleichzeitige Ablagerungen handelt.**

Es lassen sich zwei Provinzen[2]) unterscheiden, die als langgestreckte Zonen nebeneinander den Alpen entlang verlaufen:

I. Die **franco-alpine** Provinz. Sie bildet den ursprünglich nordwestlichen Saum des eocaenen Alpenmeeres und ist ausgezeichnet durch die sogenannte „Auversien"- und „Priabonien"-Fauna. (Die Nummulinen sind auf pag. 291 zusammengestellt[3]). Typisch ist aber auch die gesamte höher organisierte „Priabona"-Fauna der Diablerets. Ich nenne diese zoogeographische Zone „franco-alpin", weil sie besonders die französischen Alpen (Savoyen) auszeichnet und innerhalb der Schweiz am typischsten im französischen Sprachgebiet, den Diablerets zu finden ist.

---

[1]) *Jean Boussac:* Sur la distribution des niveaux et des facies du Mésonummulitique dans les Alpes. Compte-R. de l'Ac. d. Sc., Paris, November 1908. Da eine Antwort auf die genannte Arbeit bereits im Drucke steht (*Arnold Heim:* Sur le nummulitique des Alpes Suisses, B. S. G. F. 1909), so brauche ich hier nicht weiter darauf einzutreten.

[2]) Ob hier die Bezeichnung „Provinz" die richtige ist, möchte ich dahingestellt sein lassen. Gewöhnliche Facieszonen sind es nicht. Man sollte vielleicht für derartige zoogeographische Zonen eine neue Bezeichnung schaffen.

[3]) Ausser den auf pag. 291 genannten Nummulinen scheinen noch bezeichnend zu sein: **Heterostegina reticulata** Rüt. und ?helvetica *Kaufmann*, **Rhipidocyclina varians** *Kaufmann*, die Mehrzahl der **Actinocyclinen**, besonders **A. patellaris**, vielleicht auch gewisse **Operculinen.**

II. Die **helveto-bavarische** Provinz. Sie bildet den ursprünglich südöstlichen Saum des helvetischen Faciesgebietes und ist ausgezeichnet durch die zahlreichen grossen Nummulinen und die Assilinen, die von aller Welt als mitteleocaen betrachtet werden. Die bezeichnenden Nummuliten sind auf pag. 291 aufgeführt. Es kommt hinzu die gesamte höher organisierte „Fauna von Einsiedeln". Die Benennung helveto-bavarisch hat ihren Grund darin, dass diese zoogeographische Zone am typischsten in den zentralen und östlichen Schweizeralpen, der helvetischen Facies des Vorarlbergs und Bayerns (Siegsdorf, Kressenberg-Mattsee) vertreten ist.

13. Ausdehnung und Ursache der Provinzen.

Wir betrachten zunächst die Pilatusschichten.

Da finden wir die franco-alpine Fauna in den westlichen Schweizeralpen vom Autochthonen bis zur Diableretsdecke und noch südlich über diese hinaus, wo dann der Übergang in die helveto-bavarische Provinz zu erwarten ist. Sie zieht sich gegen Westen dem Aarmassiv entlang; doch die Grenze gegen das helveto-bavarische Gebiet überschreitet unter spitzem Winkel das Aarmassiv, so dass von der Reuss an östlich das autochthone Gebiet rasch und bald vollständig von den grossen Nummuliten der helveto-bavarischen Provinz besiedelt wird (vergl. Isopen pag. 170—172, Fig. 19 nach pag. 180). In der Zentralschweiz hingegen ist der Alpen-Nordrand (Pilatus-Säntisdecke) noch grossenteils von der franco-alpinen Fauna besiedelt. Doch der Übergang vollzieht sich so allmählich, dass eine bestimmte Grenze nicht gezogen werden kann. Noch zeigt der Sigriswylergrat die rein franco-alpine Fauna, aber am Pilatus sind schon die grossen helveto-bavarischen Nummuliten mit den kleinen franco-alpinen gemischt (vergl. pag. 40—46). Noch finden wir Nummulina Boucheri und striata vereinzelt als Fremdlinge einer anderen Nation unter den helveto-bavarischen Nummuliten in der Bürgenfacies (Sisikon, nach *Kaufmann* überhaupt im Vierwaldstättergebiet).

Das ganze übrige Gebiet der schweizerischen Pilatusschichten gehört zur helveto-bavarischen Provinz. Sie erstreckt sich über die Schweizergrenze hinaus und zieht sich den allein übrig bleibenden oberen helvetischen Decken weit nach Osten entlang

Mit dem Flysch wird das vorher provinziell geteilte Gebiet einheitlich zugedeckt, und die Provinzgrenzen werden verwischt. Zwar schimmert noch ein

leiser Unterschied in das Flyschreich hinüber, indem *Kaufmann* aus dem Gebiet vom Thunersee bis Pilatus aus den Nummulitenbildungen des Flyschs verschiedene Nummulitideen erwähnt, welche die frühere franco-alpine Provinz auszeichneten (N. striata, variolaria, Heterostegina helvetica, Actinocyclina radians, Asterocyclina stellata, Rhipidocyclina varians). Sonst aber hat nach allem, was wir bis jetzt wissen, die Flyschfauna einen helveto-bavarischen Charakter.

Über die Ursache der provinziellen Faunen-Trennung lässt sich zur Zeit noch kein entscheidendes Wort geben. Ich kann nur vermuten, dass es in den nördlichen Alpen wenigstens teilweise facielle, geophysische Gründe sind, welche die stenopischen Nummulitideen nur dem Meerrand entlang wandern liessen, und dass andererseits die helveto-bavarische Fauna nicht den geringsten Einfluss von Brackwasser und Flussmündungen ertragen konnte.

Sobald wir aber zu unserer franco-alpinen Fauna die nächst Verwandten des Vicentino und der Ostalpen mit in Betracht ziehen, scheint die Frage nach der Ursache der provinziellen Trennung bei den jetzigen Kenntnissen noch völlig offen zu sein.

Rückblick und Ausblick.

Sonderbare Meinungen — kaum glaubwürdig — wird mancher meiner geehrten Leser denken. Ich darf dazu sagen, dass ich zu Beginn meiner Beobachtungen keine vorgefasste Meinung irgendwelcher Art hatte und auch nicht wünschte, etwas von den bisherigen Ansichten abweichendes zu finden. Ich war nur vom Triebe geleitet, das Wahre zu erfassen.

Die ersten Resultate meiner Naturbeobachtung erschreckten mich, da sie den bisherigen Ansichten zuwiderstanden. Ich durfte es nicht wagen, eine vorläufige Notiz zu veröffentlichen, ohne noch da und dort die hiefür wichtigen Gebirgsteile neu untersucht zu haben. Die neuen Beobachtungen bestätigten aber ausnahmslos, dass die bisherigen Auffassungen über das alpine Eogen den Tatsachen nicht entsprechen. So fasste ich den Mut, meine neuen Anschauungen zu veröffentlichen, und keine, auf den ersten Augenblick auch noch so verblüffende Konsequenz mehr zu fürchten.

Da sich die Paläontologen und Stratigraphen im allgemeinen besonders mit chronologischen Gliederungen und Parallelisierungen beschäftigen, wird ihnen am

sonderbarsten vorkommen, dass die Einsiedlerfauna nicht älter sein soll, als diejenige der Diablerets, sondern dass sie die letztere vielleicht 2000 m hoch überlagert. Zu diesem Resultate führte mich nicht die übliche Methode, Fossilien in der Natur oder den Museen zu sammeln, diese im Laboratorium zu bearbeiten und daraus die Synchronismen zu begründen, sondern in erster Linie eine möglichst genaue Aufzeichnung einer Anzahl von Spezialprofilen in der Natur selbst. Die zweite Arbeit war dann die Integration, gleichsam das Ausziehen der gesamten Kurve durch die neu aufgestellten Fixpunkte (vergl. pag. 141). Dieser zweite Teil der Arbeit beschränkt sich auch nicht auf die Ausarbeitung im Studierzimmer, sondern muss ebenso in der Natur begonnen werden. Denn zwei noch so genau beschriebene Spezialprofile verschiedener Autoren können nie ganz sicher bis in alle Einzelheiten in bezug auf Verschiedenheit oder Übereinstimmung verglichen werden. Ein und derselbe Beobachter muss möglichst viel in der Natur selbst verglichen haben. Aber gerade hierin liegt der schwache Punkt dieser Arbeit, indem ich als Rekonvaleszent in den westlichen Schweizeralpen noch keine eigenen Beobachtungen vorzunehmen vermochte.

Ich kann diesen Rückblick nicht schliessen, ohne dankbar der Werke zweier Männer zu gedenken, die ich als meine Lehrmeister betrachte.

Der eine ist der bescheidene und musterhaft objektive Forscher *F. J. Kaufmann*, der Begründer der schweizerisch-alpinen Eocaenstratigraphie. Auf seine Werke habe ich aufgebaut.

Der andere ist *Johannes Walther*, aus dessen geistvollem Werk „Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft" ich gelernt habe, dass die Stratigraphie nicht nur ein Gliedern nach Petrefakten sein soll, und dass eine neue, vergleichend lithologische Methode viele Fragen der historischen Geologie lösen wird, die mit Hilfe der Petrefakten-Stratigraphie allein nicht entschieden werden können. Was ich als Integral-Methode bezeichnete, unterscheidet sich nur insofern von der vergleichend lithologischen Methode *Walther's*, als sie nicht ausschliesslich lithologisch, sondern gleichzeitig paläontologisch vorgehen soll und dabei auch die moderne Tektonik in vollem Umfange berücksichtigen muss. Ich kann es nicht unterlassen, den Meister selbst sprechen zu lassen[1]):

„Und es ist richtig, mit Hilfe der Leitfossilien und der Profilgliederung können wir über homotaxe Äquivalenzen, über relative Gleichalterigkeit nicht

[1]) *Joh. Walther:* Lithogenesis der Gegenwart, Jena 1893/94, p. 983.

hinauskommen, ja sogar es regen sich gerechte Zweifel, ob man überhaupt an den Schichten von zwei tektonisch von einander unabhängigen Profilen entscheiden könne, was Facies, was Horizont sei. Überall begegnen wir dem Zirkelschluss des „guten“ Leitfossils und des „typischen“ Normalprofils, überall sehen wir logische Mängel an der Diskussion.“

„Die Lehre von den Leitfossilien und von den leitenden Horizonten führt in ihrer konsequenten Ausbildung zu Grundsätzen, welche sowohl den Tatsachen der Tiergeographie, wie den Prinzipien der Entwicklungslehre widersprechen. Wenn wir absehen von dem für marine Gesteine leitenden Pseudoplankton der Ammonitenschalen, so kennt die Tiergeographie der Gegenwart keine wirklich kosmopolitischen Formen. Aber die Stratigraphie oder die Tiergeographie der Vergangenheit nimmt solche weltweite Verbreitung für unzählige Arten an; und indem wir Bedenken gegen diese Annahme äussern, scheinen wir zu verzichten auf eine chronologische Äquivalenz und damit auf eine historische Betrachtung der Geologie.“

„Unseres Erachtens bietet aber die Korrelation der Facies einen Weg, um die Homotaxie der Leitfossilien in eine Homochronie der Gesteine zu verwandeln. Wir haben in dem vorhergehenden Abschnitt diesen Weg kurz beschrieben und dieses ganze vorliegende Werk ist ein Reisehandbuch für den neuen Weg.“

Diesen neuen Weg, den *Walther* eröffnet hat, glaube ich nun durch das eocaene Gebiet der Schweizeralpen durchgeschlagen zu haben. —

Nun sei mir ein Ausblick gestattet.

Zunächst komme ich auf meine frühere Bemerkung (p. 8) zurück, indem ich mir erlaube, einige von *O. Reis*[1]) abweichende Bemerkungen zu äussern über das klassische Gebiet des **Kressenberges** in Bayern, das Herr *J. Boussac* und ich im Herbst 1908 gemeinsam besuchten.

Die Gegend des Kressenberges[2]) gehört ganz zur südlichen helvetischen Facies.

Auf der bathyalen Mergelkreide des Senon mit Pygmäenfauna (= Gerhardsreiterschichten), die vermutlich den Leistmergeln der östlichen Schweizeralpen entsprechen, liegen beim Ort Ober-Siegsdorf auf der linken Seite der weissen Traun (vergl. Karte von *O. Reis*) die Nummulitenschichten in Form der sog. „Adelholzener Nummulitenkalkfacies“. Es ist ein höchstens 10 m mächtiger, grünlich-grauer (gelblich angewitterter), schwach glauconitischer Mergelkalk. Die

[1]) *O. Reis:* Erläuterungen zu der geol. Karte der Voralpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. Geognost. Jahreshefte; kgl. bayr. Oberbergamt in München, 1895/96, p. 1—155.

[2]) Zwischen den Eisenbahnstationen Teisendorf und Ober-Siegsdorf.

unzähligen Nummuliten lassen sich in prächtigster Erhaltung frei herausgewittert zusammenlesen; es sind vor allem Assilina exponens und N. complanata var. Dufrenoyi-helvetica. Diese Schichten entsprechen wohl genau den Bürgenschichten der Schweizeralpen und bilden deren direkte Fortsetzung. Die Facies ist nach meiner Ansicht bathyal; die Schichten sind wohl in einer stillen, nicht aber in einer seichten Meereszone abgelagert worden. Wie *O. Reis* dazu kommt, diese Schichten als eine Facies der Kressenbergerschichten zu betrachten, ist mir unverständlich. Das untereocaene Alter der „tertiären Grenzsandsteine" scheint mir auch nicht ganz gesichert, umso weniger, als das „Londnien" von Appenzell fallen gelassen werden muss (p. 11—13). Die Kressenbergerschichten (Kressengraben) erinnern nach ihrer Fauna, Facies und Schichtlage an die Einsiedlerschichten, mit denen sie ja auch bisher mit Recht als übereinstimmend betrachtet wurden. Ihr Niveau ist wohl viel höher als das der Adelholzenerschichten, und wer weiss, wie viel von der ganzen Flyschmasse zwischen beiden liegt. Endlich kann ich „die obereocaenen Stockletten mit Granitmarmor" nicht als Obereocaen anerkennen; sie enthalten Assilina spira und A. granulosa in schöner Erhaltung (nicht A. exponens) und auch noch andere grosse Nummuliten der Einsiedlerschichten, die nicht notwendig als auf sekundärer Lagerstätte betrachtet werden müssen.

Gehen wir jetzt davon aus, die „Priabona"-Fauna der Diablerets sei als Lutétien bestimmt. Dann werden wohl auch die berühmten Priabonaschichten von Priabona im Vicentino vom Oligocaen oder Obereocaen ins Mitteleocaen herabgeholt werden müssen. Dann muss wohl auch die Schichtfolge des Adourgebietes, überhaupt der Pyrenäen, umgedeutet und die oligocaenen Schichten da wie dort als Eocaen erklärt werden. In den französischen Alpen fällt das Oligocaen und Obereocaen. Das gleiche gilt vermutlich für das „Oligocaen" oder „Bartonien" der ostalpinen Decken (Häring, Reit im Winkel, Hallturm[1]); denn jene Faunen wurden nach denen der Südalpen und der Pyrenäen beurteilt. Und schliesslich muss auch die Einteilung des Eogen der Karpathen und von Ungarn wenigstens teilweise von neuem geprüft werden. So muss ich fragen, ob und wo denn über-

[1]) Die Lithothamnienkalke von Hallturm bei Reichenhall, die ich unter Führung meines verehrten Lehrers, Herrn Prof. *Haug*, besuchte, erinnern in ihrer Facies mit kleinen Nummuliten und Orthophragminen auffallend an die Lithothamnienkalke der Pilatusschichten im Thunerseegebiet und den westlichen Schweizeralpen. Sie liegen auf Senon und gehören nach *Haug* zur Dachsteindecke, d. h. der obersten ostalpinen Decke. Ich betrachte sie als Lutétien.

haupt in der alpinen Faltungszone Oligocaen vorhanden sei. Die Methode *Walther's* ist es, welche die hier gestreiften Fragen einst zu lösen vermögen wird.

* * *

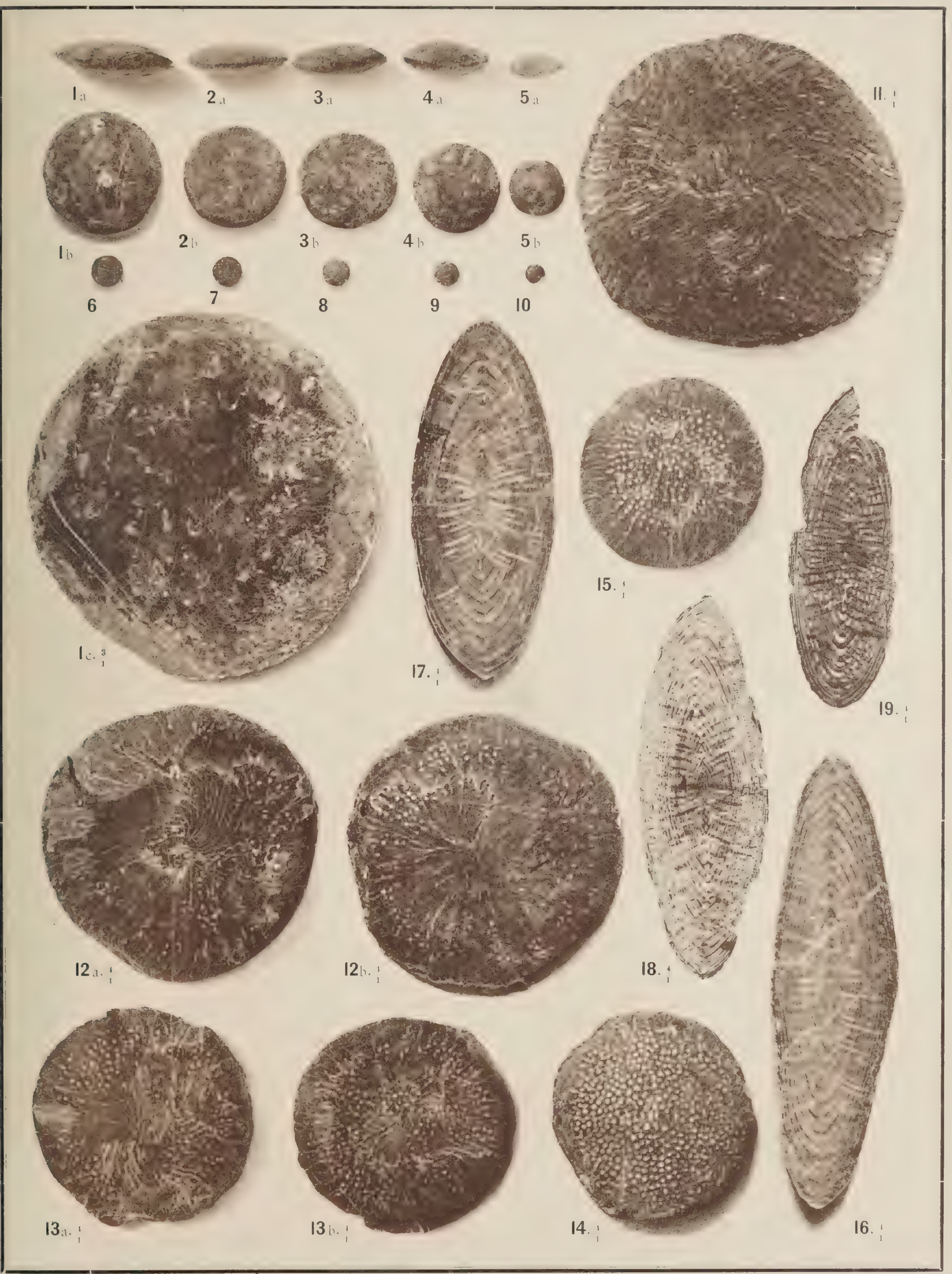
Ich stehe am Schlusse dieses Buches und empfinde die Mängel, die ihm anhaften. Es war ein schwieriges Stück Arbeit und es ist auch kaum anders denkbar, als dass ihr noch zahlreiche Fehler anhaften. Ich werde mich bemühen, diese selbst zu suchen und dankbar jede Berichtigung entgegennehmen.

Erklärung von Tafel I.

Nummulina uroniensis (de la Harpe) sp. nov.
aus den unteren Bürgenschichten von Sisikon.

Figur		Vergrösserung	Art der Aufnahme
1a—5a	microsphärische Generation, Seitenansicht	nat. Gr.	unter Wasser, ohne Präparation, auffall. Licht
1b—5b	„ „ von oben	„ „	
6—10	megasphärische „ „	„ „	
1c	microsphärische Generation, grosses Exemplar von 25 mm Durchmesser; mit mäandrischen Leisten, leicht poliert	$^3/_1$	unter Alkokol, auffallendes Licht
11	microsph. Gen. aus Schicht 1 in Textfigur 7 p. 51, ohne Präparation .	$^4/_1$	
12a	„ „ ohne Präparation	$^4/_1$	
12b	„ „ das gleiche Individuum von der anderen Seite, poliert	$^4/_1$	
13a b	„ „ Seite a ohne Präparation, Seite b poliert . . .	$^4/_1$	
14	„ „ junges, entschaltes Exemplar, stark granuliert, ohne Präparation	$^4/_1$	
15	microsph. Gen., junges, entschaltes Exemplar, polierte Oberfläche . .	$^4/_1$	
16	„ „ zentraler Querschnitt durch ein grosses Exemplar, poliert	$^4/_1$	
17	„ „ dicke Form, zentraler Querschnitt, poliert . . .	$^4/_1$	
18	„ „ zentraler Querschnitt; besonders deutlich das Erlöschen der Querpfeiler gegen die Oberfläche; Dünnschliff	$^4/_1$	durchfallendes Licht
19	desgleichen	$^4/_1$	

Abhandlungen der schweizerischen paläontologischen Gesellschaft Bd. XXXV, 1908

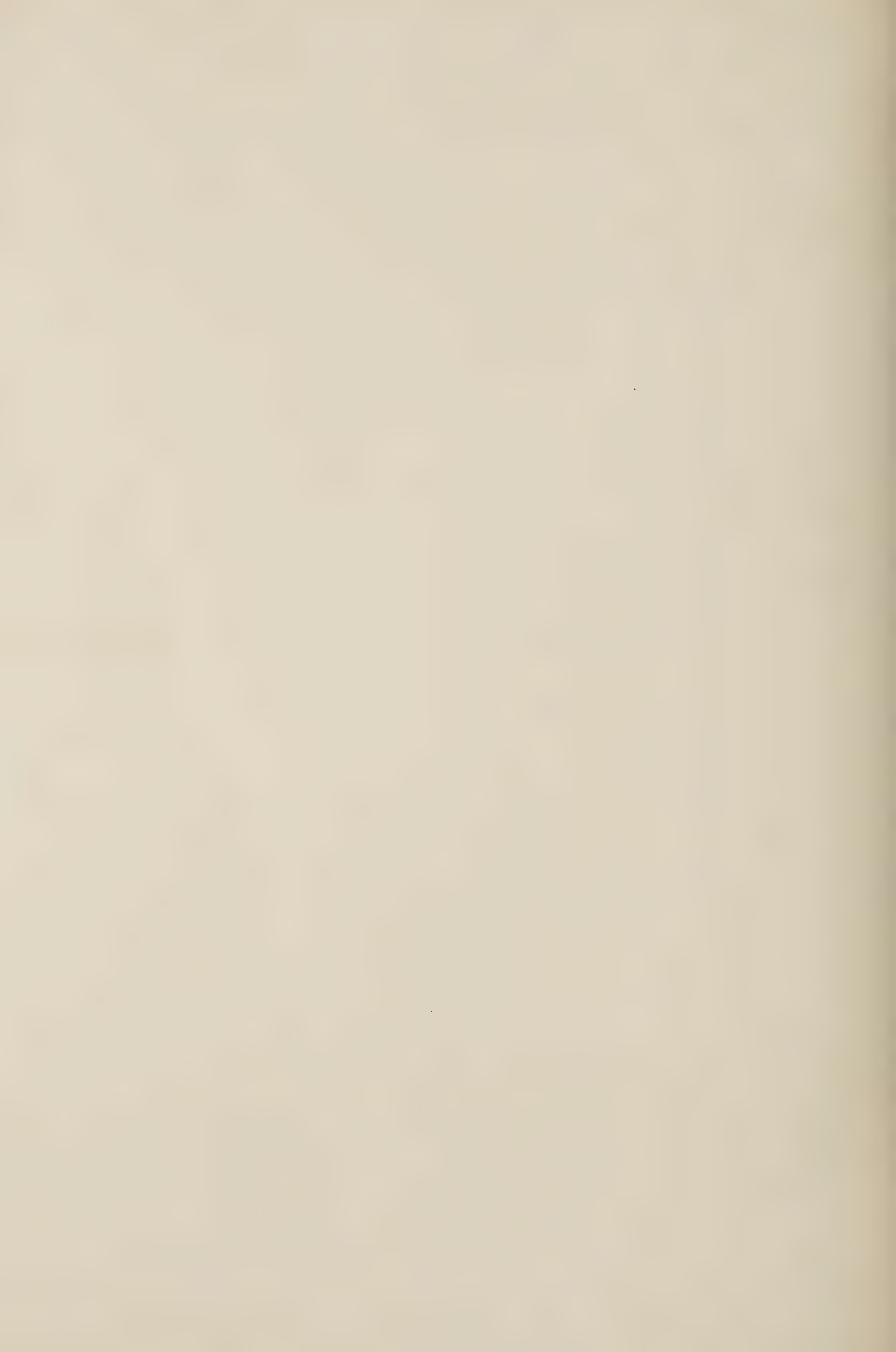


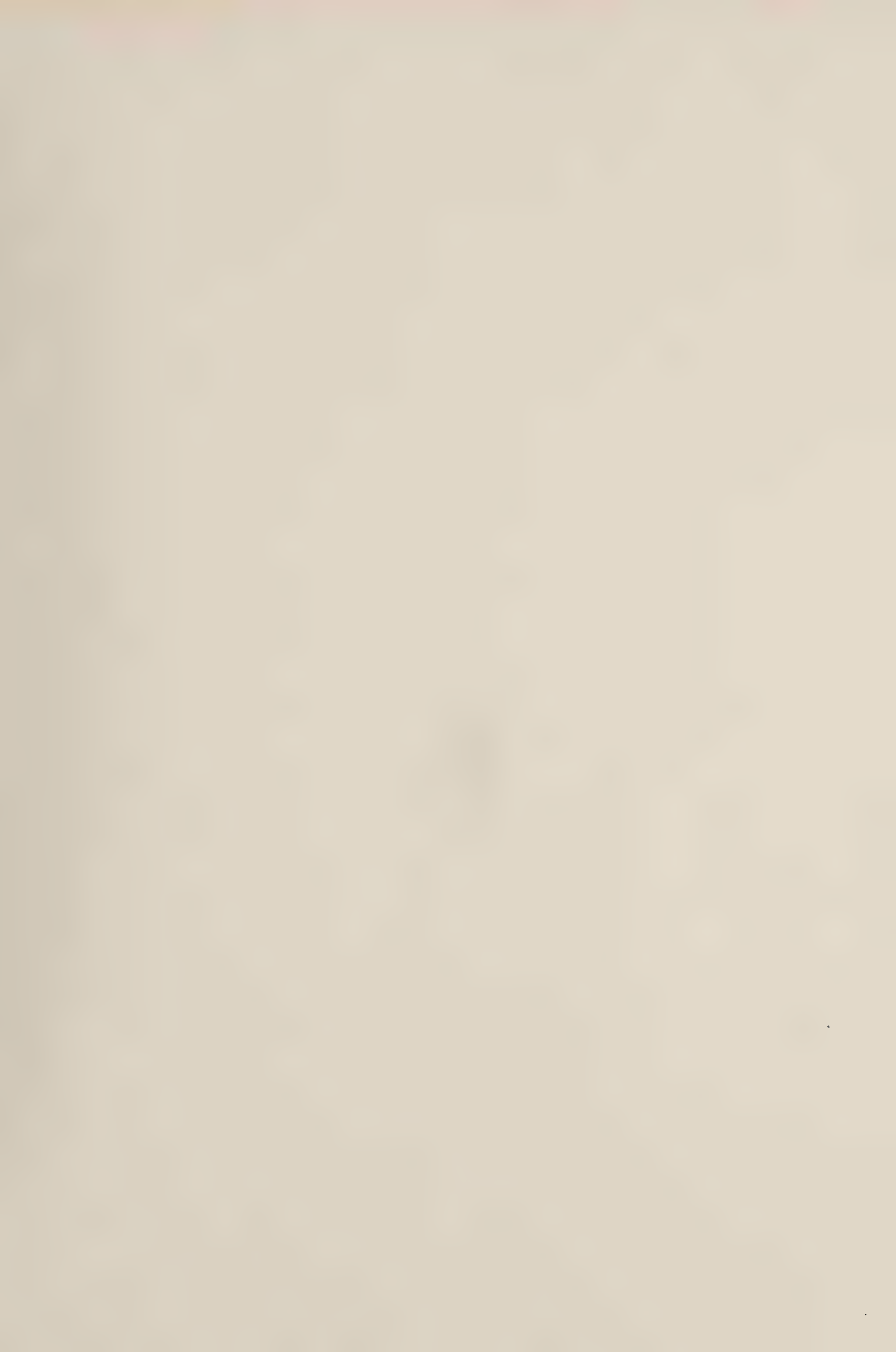
Lichtdruck: Polygraphisches Institut A.-G., Zürich

Phot. Dr. Arnold Heim

NUMMULINA URONIENSIS sp. nov.

von Sisikon.

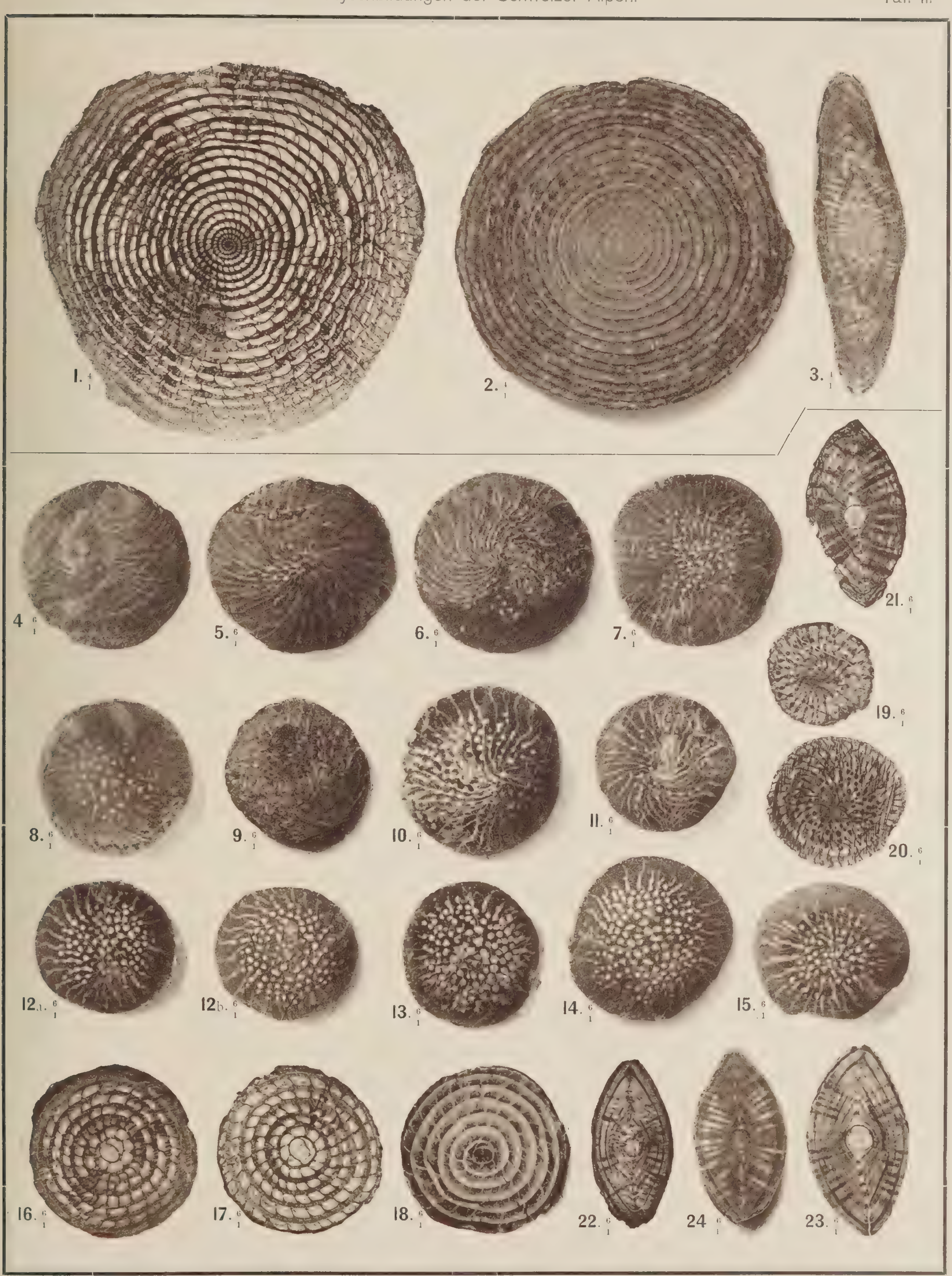




Erklärung von Tafel II.

Nummulina uroniensis (de la Harpe) sp. nov.
aus den unteren Bürgenschichten von Sisikon.

Figur		Vergrösserung	Art der Aufnahme
1	microsphärische Generation, zentraler Medianschnitt, Dünnschliff	4/1	durchfallendes Licht
2	„ „ im Feuer median gespalten	4/1	auffallend. Licht unter Alkohol aufgenommen
3	„ „ zentraler Querschnitt, poliert	4/1	„ „
4	megasphärische Generation, mit pfeilerloser Oberfläche, poliert	6/1	„ „
5	„ „ in der zentralen Partie schwach gepfeilert, die Leisten sonst an N. striata erinnernd, poliert	6/1	„ „
6	megasph. Gen., Exemplar mit spärlichen, unregelmässigen Pfeilern auf der Oberfläche, ohne Präparation	6/1	„ „
7	„ „ zentral schwach gepfeilert, poliert	6/1	„ „
8	„ „ zentral kräftig gepfeilert, poliert	6/1	„ „
9	„ „ mit exzentrischem Leistenwirbel, ohne Pfeiler auf der Oberfläche, ohne Präparation	6/1	„ „
10	„ „ kräftig gepfeilert, Leisten z. T. netzartig, poliert	6/1	„ „
11	„ „ schwach gepfeilert, poliert	6/1	„ „
12 a	„ „ kräftig gepfeilert, poliert	6/1	„ „
12 b	„ „ gleiches Individuum, von der anderen Seite, Oberfläche granuliert, ohne Präparation	6/1	„ „
13	„ „ dicht und besonders kräftig gepfeilert, poliert	6/1	„ „
14	„ „ „ „ „ „ „ „	6/1	„ „
15	„ „ angeschliffen und poliert	6/1	„ „
16—17	„ „ zentrale Medianschnitte, Dünnschliffe	6/1	durchfallendes Licht
18	„ „ im Feuer median gespalten	6/1	auff. Licht, unt. Alkoh.
19—20	„ „ exzentrische Dünnschliffe	6/1	durchfallendes Licht
21—23	„ „ zentrale Querschnitte, Dünnschliffe	6/1	„ „
24	„ „ zentraler Querschnitt, poliert	6/1	auff. Licht, unt. Alkoh.

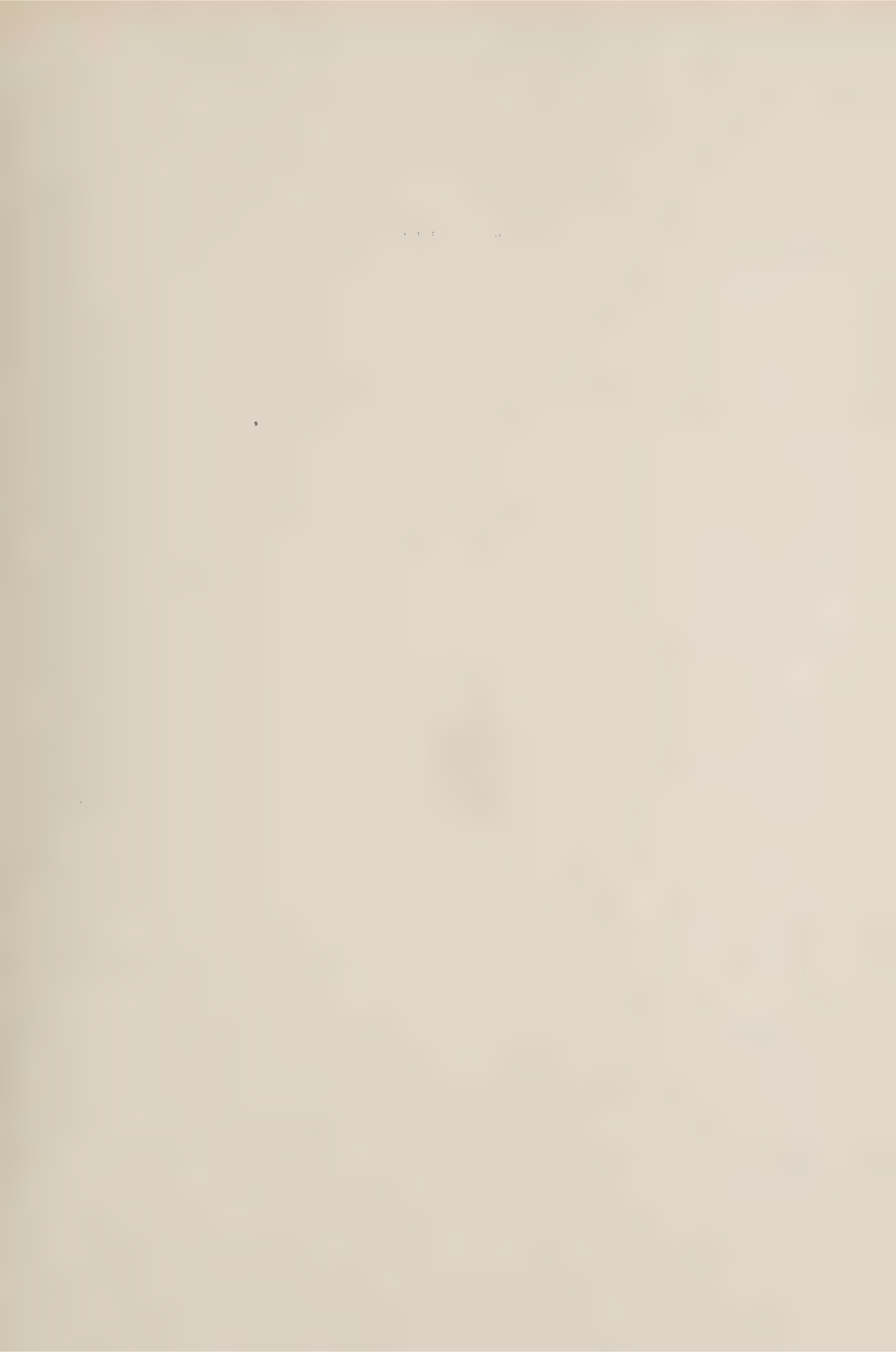


Lichtdruck: Polygraphisches Institut A.-G., Zürich

Phot. Dr. Arnold Heim

NUMMULINA URONIENSIS sp. nov.
von Sisikon.

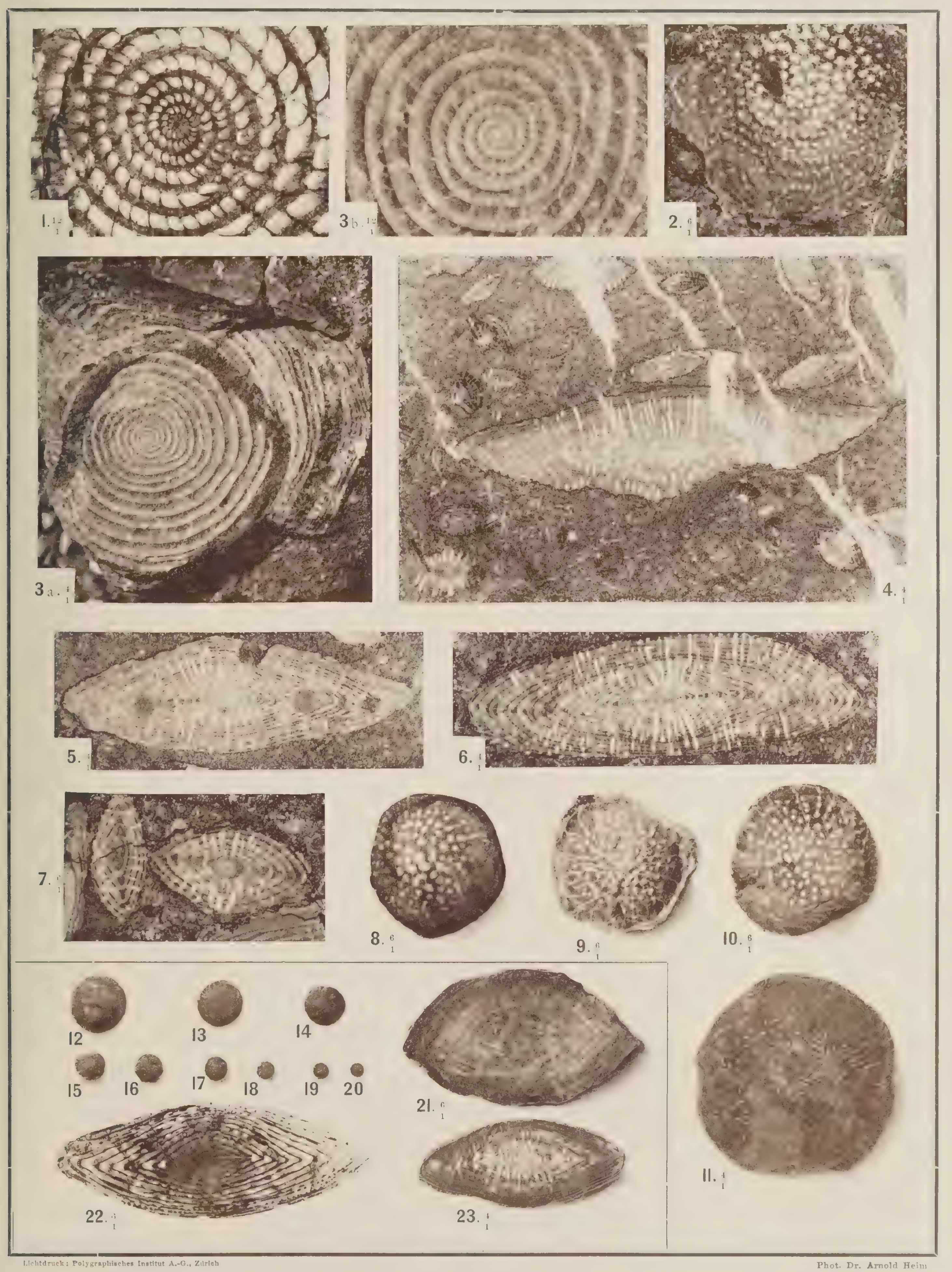




Erklärung von Tafel III.

Fig. 1—11. **Nummulina uroniensis** (de la Harpe) sp. nov.
Fig. 12—23. **Nummulina gallensis** sp. nov.

Figur		Vergrösserung	Art der Aufnahme
1	**N. uroniensis,** microsph., von Sisikon, zentraler Medianschnitt, gleicher Dünnschliff wie Taf. II, Fig. 1	12/1	durchfallendes Licht
2	**N. uroniensis** var. **Pilatana,** microsph., vom Pilatus-Klimsenhorn (Schicht 2 in Textfigur 2, p. 41), innerer Teil, auf verwitterter Gesteinsfläche .	6/1	auffallendes Licht, unter Wasser.
3a	**N. uroniensis** var. **Pilatana,** microsph., vom Pilatus-Klimsenhorn, natürliche, mediane Bruchfläche, parasitär durchfressen . .	4/1	auffallendes Licht, unter Alkohol.
3b	Das gleiche Exemplar	12/1	" "
4	**N. uroniensis** var. **Pilatana;** Querschnitte, microsphärisches Exempl. in der Mitte, megasphärische rings herum, mit kräftigen Pfeilern, vom Pilatus-Klimsenhorn; polierte Gesteinsfläche	4/1	auffallendes Licht, unter Öl.
5	**N. uroniensis** var. **Pilatana,** microsph., vom Pilatus-Klimsenhorn, Querbruch, von Parasiten durchfressen; verwitterte Gesteinsoberfläche .	4/1	auffallendes Licht, unter Wasser.
6	**N. uroniensis** var. **Pilatana,** microsph., vom Pilatus-Klimsenhorn, zentraler Querbruch, kräftig gepfeilert, frische Gesteins-Bruchfläche . .	4/1	" "
7	**N. uroniensis** var. **Pilatana,** megasph., vom Pilatus-Klimsenhorn, Querschnitt, polierte Gesteinsfläche	6/1	auffallendes Licht, unter Öl.
8	**N. uroniensis** var. **Pilatana,** megasph., vom Pilatus-Klimsenhorn, Oberfläche mit sehr kräftigen Pfeilern. Aus dem Gestein heraus präpariert und poliert	6/1	auffallendes Licht, unter Wasser.
9	Wie Fig. 8, jedoch nicht poliert, mit schwächeren Pfeilern und halb netzartigen Leisten	6/1	auffallendes Licht, unter Alkohol.
10	Wie Fig. 8, polierte Oberfläche	6/1	" "
11	**N. uroniensis,** microsph., Rasse vom Aubrig (aus Schicht 5 c in Textfig. 8, p. 55), von Parasiten angefressen, Oberfläche poliert . . .	4/1	" "
12—14	**N. gallensis** sp. nov., microsphärische Generation vom Dürrenbach im Toggenburg	nat. Gr.	auffallendes Licht, unter Wasser.
15—20	**N. gallensis,** megasph. Gen., vom Dürrenbach	dito	" "
21	**N. gallensis,** microsph. Gen., von nördlich Hochbühl-Fli, abnorm dicke Form: zentraler Querschnitt, poliert	6/1	auffallendes Licht, unter Alkohol.
22	**N. gallensis,** microsph., von nördlich Hochbühl-Fli; zentraler Querschnitt, schwach gepfeilert, Dünnschliff	6/1	durchfallendes Licht.
23	**N. gallensis,** microsph., vom Dürrenbach; kleines Ex., etwas exzentrischer Querschnitt, poliert	4/1	auffallendes Licht, unter Alkohol.



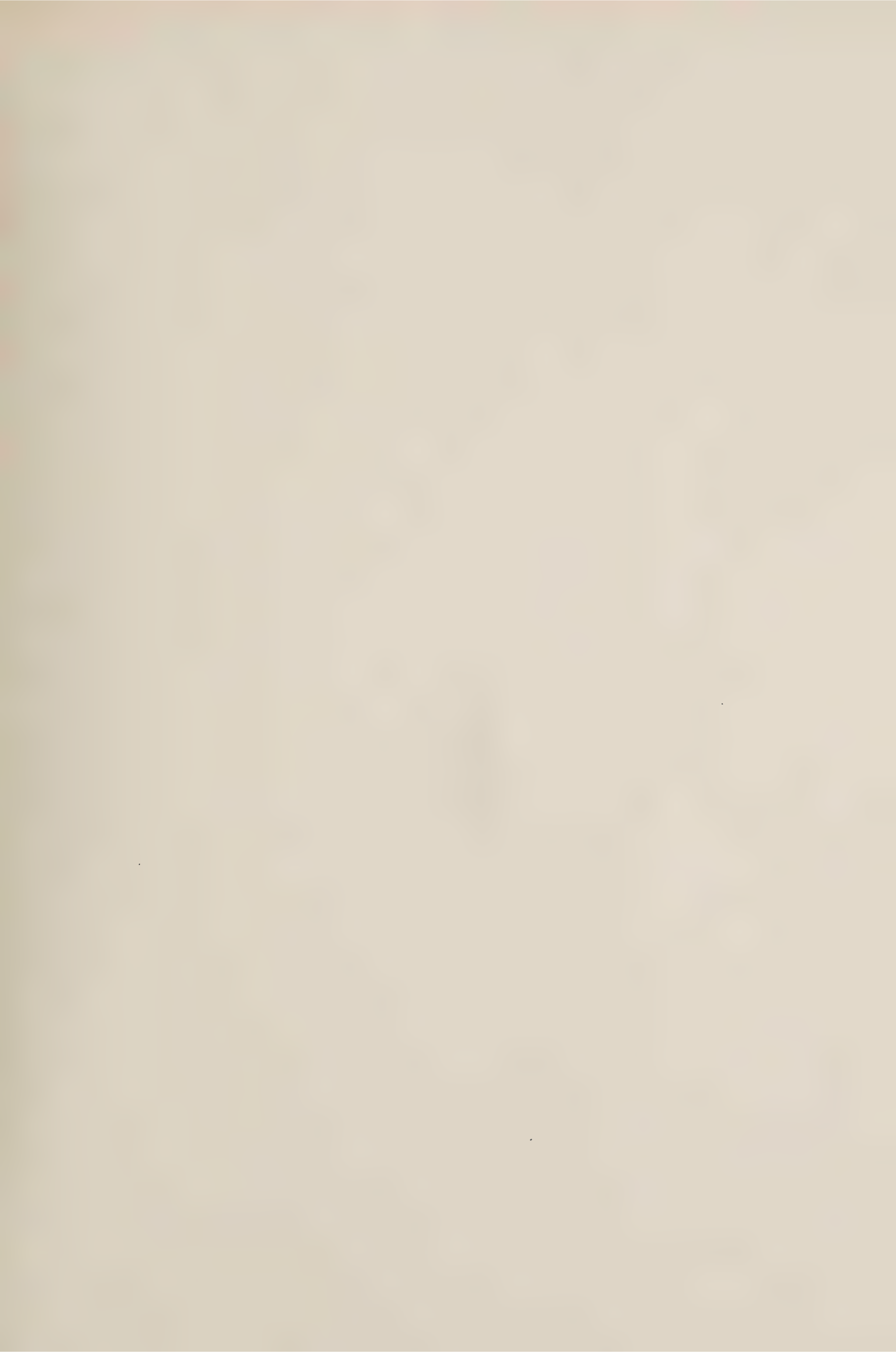
Lichtdruck: Polygraphisches Institut A.-G., Zürich

Phot. Dr. Arnold Heim

NUMMULINA URONIENSIS sp. nov.

NUMMULINA GALLENSIS sp. nov.





Erklärung von Tafel IV.

Nummulina gallensis sp. nov.

microsphärische Generation, aus dem unteren Flysch des Kantons St. Gallen.

Figur		Vergrösserung	Art der Aufnahme
1 a	Grosses Exemplar, vom Dürrenbach (in nat. Grösse auf Taf. III, Fig. 2), mit verschlungenen und an N. laevigata erinnernden Leisten, poliert .	6/1	auffallendes Licht, unter Alkohol.
1 b	Gleiches Exemplar wie 1 a, von der anderen Seite, mit unregelmässig verteilten Pfeilern auf der Oberfläche, poliert	6/1	„ „
2	Exemplar vom Dürrenbach, mit wirbelförmigen Leisten, Pfeiler spärlich auf der Oberfläche, an zwei Stellen parasitär durchlöchert . .	6/1	„ „
3 a	Exemplar vom Dürrenbach, mit unregelmässig gewundenen, z. T. diskordant abstossenden Leisten, poliert	6/1	„ „
3 b	Die andere Seite des gleichen Exemplars, abgeschliffen und poliert, die Pfeiler auf den Leisten und in Spirale geordnet	6/1	„ „
4	Ein weiteres Exemplar vom Dürrenbach, im Feuer median gespalten .	6/1	„ „
5	Dito, exzentrischer Dünnschliff, parallel der Medianebene, zeigt die spiralige Anordnung der auf den Leisten liegenden Pfeilern . .	6/1	durchfallendes Licht.
6	Exemplar von nördlich Hochbühl bei Fli-Weesen, medianer Dünnschliff, zeigt den Bau der Kammern und ist in mehreren Windungen von Parasiten durchfressen	6/1	„ „
7 a	Exemplar von nördlich Hochbühl, natürliche mediane Bruchfläche, ohne Präparation, drei Gänge von Parasiten durchfressen . . .	6/1	auffallendes Licht, unter Wasser.
7 b	Das gleiche, stärker vergrössert, zur Verdeutlichung der innersten Windungen und der Microsphäre, sowie der Öffnungen an der Basis der Kammerwände, durch die das Protoplasma in Verbindung steht . .	12/1	„ „
8	Weiteres Exemplar von nördlich Hochbühl, natürlicher Querbruch, Querpfeiler fast verschwunden	6/1	auffallendes Licht, unter Alkohol.



Lichtdruck: Polygraphisches Institut A.-G. Zürich

Phot. Dr. Arnold Heim

NUMMULINA GALLENSIS sp. nov.

microsphaerische Generation.

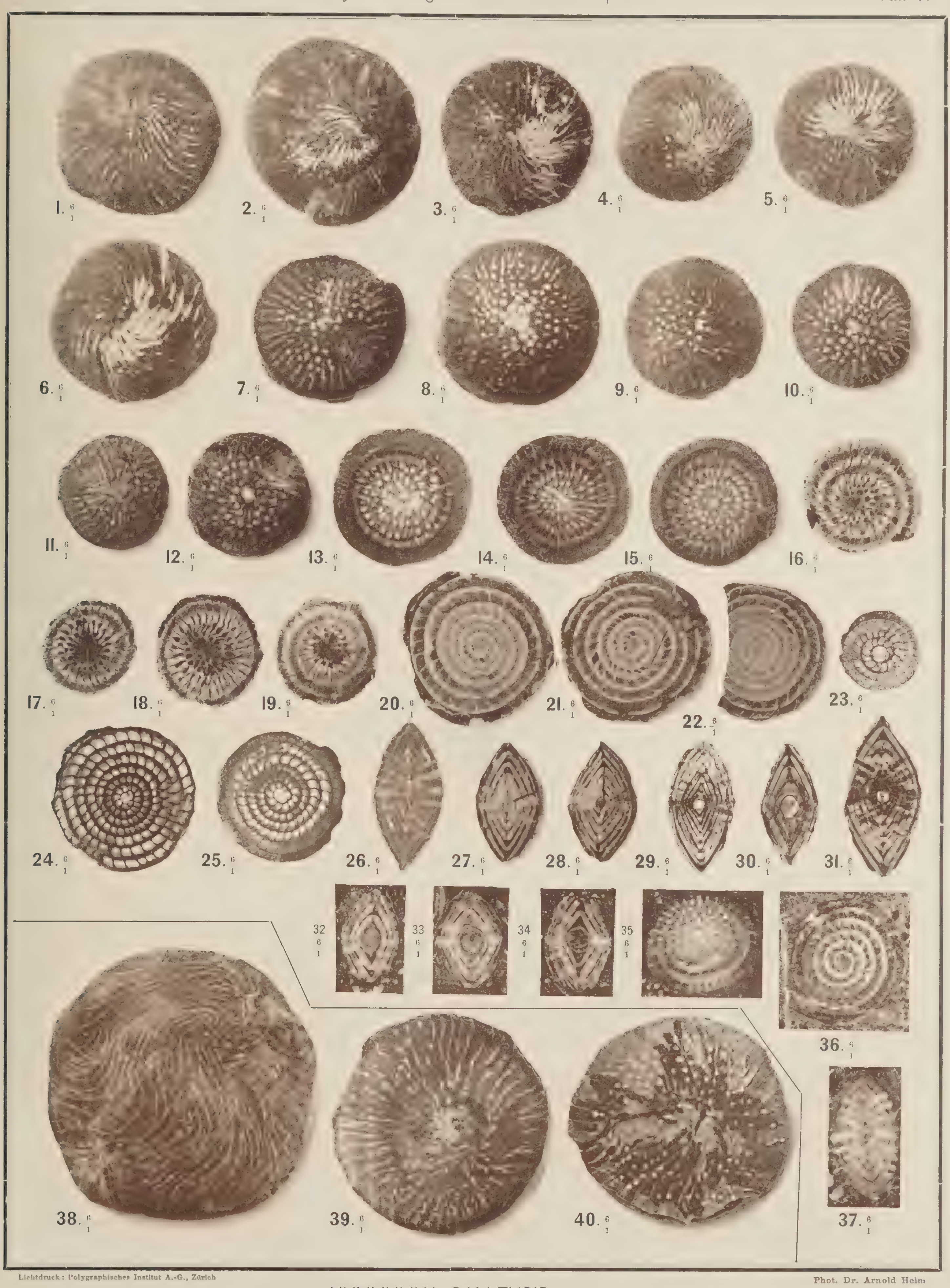




Erklärung von Tafel V.

Nummulina gallensis sp. nov.
aus dem unteren Flysch des Kantons St. Gallen.
Fig. 1—37 megasphärische, Fig. 38—40 microsphärische Generation.

Figur		Vergrösserung	Art der Aufnahme
1	Vom Dürrenbach im Toggenburg; Oberfläche glatt, ohne Pfeiler, poliert	6/1	auffallendes Licht, unter Alkohol.
2—6	Vom Dürrenbach: Oberfläche mit spärlich hervortretenden, unregelmässig angeordneten Pfeilern, poliert	6/1	„ „
7	Exemplar vom Dürrenbach: ziemlich regelmässig granulierte Oberfläche und radiale Leisten, von Parasiten durchlöchert, poliert . . .	6/1	„ „
8	Exemplar vom Dürrenbach mit sehr kräftigen, zentralen Pfeilern, poliert	6/1	„ „
9	Vom Dürrenbach, mit unregelmässig verteilten Pfeilern auf der Oberfläche und wirbelförmigen Leisten	6/1	„ „
10	Vom Dürrenbach, kräftig und regelmässig gepfeilert, poliert . .	6/1	„ „
11	Dito, granuliert, ohne Präparation	6/1	„ „
12	Von nördlich Hochbühl, bei Fli-Weesen, mit dickem Zentralpfeiler, poliert	6/1	„ „
13—15	3 Exemplare vom Dürrenbach, Anschliffe parallel der Medianebene; spiralige Anordnung der auf den Leisten sitzenden Pfeiler; poliert .	6/1	„ „
16—19	4 Exemplare vom Dürrenbach, Dünnschliffe parallel der Medianebene, die Pfeiler dunkel hervortretend, auf den Leisten oder je zwei solche verbindend	6/1	durchfallendes Licht.
20—22	3 im Feuer gespaltene Exemplare vom Dürrenbach	6/1	auff. Licht, unt. Alkoh.
23—25	3 mediane Dünnschliffe vom Dürrenbach	6/1	durchfallendes Licht.
26	Vom Dürrenbach, zentraler Querschnitt, poliert	6/1	steil auff. Licht, unt. Alkohol.
27—28	In der Hitze quergebrochene Exemplare vom Dürrenbach, mit spärlichen Pfeilern	6/1	„ „ „
29—31	Vom Dürrenbach, zentrale Querschnitte, Dünnschliffe; Fig. 31 mit kräftigen Pfeilern	6/1	durchfallendes Licht.
32—34	Rasse von Brand bei Fli-Weesen: zentrale Querschnitte mit besonders grosser Zentralkammer und wenigen Windungen	6/1	steil auffall. Licht, unter Öl.
35	Von nördl. Hochbühl bei Fli-Weesen; schief exzentrischer Schnitt, zeigt die Lage der Pfeiler auf den Leisten	6/1	„ „
36	Von nördl. Hochbühl bei Fli-Weesen: mediane Bruchfläche . . .	6/1	steil auff. Licht, unt. Wasser.
37	Von nördl. Hochbühl bei Fli-Weesen; zentraler Querschnitt mit besonders kräftigen Pfeilern, polierte Gesteinsfläche	6/1	steil auffall. Licht, unter Öl.
38	Microsph. Exemplar von nördlich Hochbühl, glatt und ohne Pfeiler auf der Oberfläche, mit wirbelartig gewundenen Leisten, poliert . .	6/1	auffallendes Licht, unter Alkohol.
39	Junges microsph. Exemplar von nördl. Hochbühl, mit Pfeilern auf den radialen Leisten, die sich z. T. netzförmig verbinden . . .	6/1	„ „
40	Wie 38, jedoch natürlich geschält, die Pfeiler als Verdickungsknoten der Leisten, ohne Präparation	6/1	„ „



Lichtdruck: Polygraphisches Institut A.-G., Zürich

Phot. Dr. Arnold Heim

NUMMULINA GALLENSIS sp. nov.



Erklärung von Tafel VI.

Figur		Vergrösserung	Art der Aufnahme
1—3	**Nummulina Boucheri** d. l. Harpe var. **incrassata** d. l. H. aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke (ob. Pilatussch.), polierte Oberfläche .	6/1	auffallendes Licht, unter Alkohol
4	**N. Boucheri** (?) d. l. H. var. **falcifera** n. aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke, leicht poliert	6/1	„ „
5—8	**N. Boucheri** d. l. H. var. **striatoides** n., aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke, poliert	6/1	„ „
9—10	**N. Boucheri** d. l. H. var. **crassiradiata** n., aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke, poliert	6/1	„ „
11	**N. Boucheri** d. l. H. aus dem Basis-Nummuliten-Sandstein vom Pilatus-Klimsenhorn (Schicht 2 in Textfigur 5, p. 41) auf frischer Bruchfläche des Gesteins	6/1	„ „
12	**N. Boucheri** d. l. H. var. **tenuispira** d. l. H. (?), aus dem Sandkalk von Schicht 12 in Textfig. 4, p. 33; natürl. verwitterte Gesteinsoberfläche	6/1	„ „
13	**N. Boucheri** d. l. H., var. **striatoides** n.; aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke, medianer Dünnschliff	6/1	durchfallendes Licht
14	**N. Boucheri** d. l. H. var. **crassiradiata** n., aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke, annähernd medianer Dünnschliff	6/1	„ „
15	**N. Boucheri** d. l. H. var. **striatoides** n., aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke, medianer Dünnschliff	6/1	„ „
16	**N. Boucheri** d. l. H. var. **incrassata** d. l. H., aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke, etwas exzentrisch medianer Dünnschliff . .	6/1	„ „
17	**N. Boucheri** d. l. H. var. **striatoides** n., aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke; exzentrischer Dünnschliff parallel der Medianebene	6/1	„ „
18	dito, medianer Dünnschliff	6/1	„ „
19	**N. Boucheri** d. l. H. var. **crassiradiata** n., aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke, quer zentraler Dünnschliff, mit mächtigen konischen Zentralpfeilern	6/1	„ „
20	**N. Boucheri** d. l. H. var. **incrassata** (?) d. l. H., aus dem Lithothamnienkalk der Ralligstöcke, quer zentraler Dünnschliff	6/1	„ „
21	**N. complanata** Lamarck var. **Dufrenoyi** aus dem Steinbruch von Ragaz, im Flysch (vergl. Text p. 71—72), mediane Bruchfläche . . .	2/1	steil auffallend. Licht, unter Wasser
22—23	**N. Murchisoni** Brunner, aus dem gleichen Handstück wie Fig. 21, mediane Bruchflächen	3/1	„ „
24	**N. Boucheri** d. l. H., aus dem Lithothamnienkalk d. Ralligstöcke, auf angewitterter Gesteinsfläche	5/1	„ „
25	**N. complanata** Lam. var. **minor,** aus dem neritischen Nummulitenkalk der Stockfluh bei Iberg; natürlich angewitterte Gesteinsoberfläche .	2/1	Streiflicht, unter Alkohol
26	Nummulitenkalk von Steinbach bei Einsiedeln, an der oberen Grenze des zoogenen Kalkes α in Textfig. 15, p. 108; natürlich verwitterte Oberfläche. Die beiden langen Querschnitte sind **N. complanata** Lam. var. **minor,** relativ gross; in der Mitte dazwischen und in der Mitte rechts **Assilina granulosa** d'Arch. var. **major,** relativ kleine Exemplare, dünnwandig; links oben zwei Ex. von **N. gallensis** sp. n. microsph., das obere leicht geschält, das untere als schiefer Querschnitt . . .	2/1	Streiflicht, unter Wasser
27	**N. cf. complanata** aus dem Nummulitenkalk im Flysch an der Klausenpassstrasse bei Spiringen, natürlich verwitterte Gesteinsoberfläche (vgl. Text pag. 86—87)	3/1	schräg auffall. Licht, unter Wasser
28	Nummulitenkalk im Flysch von Kalch bei Einsiedeln (vergl. Text p. 110 bis 111). Rechts **N. irregularis** Desh. var. **formosa** d. l. H.; links **Nummulina** sp. nov.?, in der Mitte **N. atacica** Leym.? (= **Biarritzensis**), dicke Form; oben zwei Exempl. von **Assilina granulosa** d'Arch. var. **minor**. Polierte Gesteinsfläche	3/1	steil auffall. Licht, unter Öl
29	**Nummulina distans** Desh., Querschnitt; vom gleichen Schliff wie Fig. 28	3/1	„ „
30	Dünnschliff durch den Kontakt von Seewerkalk (Turon) unten und Glauconitkalk („Assilinengrünsand") d. unteren Bürgenschichten oben; von Sere am Walensee, Mürtschendecke. Die grauen Körner oben sind Glauconit, die hellen farbloser Calcit. Besonders deutlich treten einige grössere rundliche farblose Calcitkörner mit Glauconitkern hervor. Daneben spärliche kleine, eckige Quarzkörnchen von 0,1—0,2 mm .	12/1	durchfallendes Licht

Anmerkung: Auf pag. 115 unten wurde aus Versehen Taf. VI, Fig. 25 zitiert. Der Irrtum ist insofern nicht gefährlich, als die N. complanata var. minor von Wildhaus-Lisighaus das genau gleiche Aussehen hat, wie diejenige von der Stockfluh bei Iberg.



Lichtdruck: Polygraphisches Institut A.-G., Zürich

Phot. Dr. Arnold Heim

NUMMULINA BOUCHERI de la Harpe

N. complanata, Murchisoni, irregularis, distans etc.



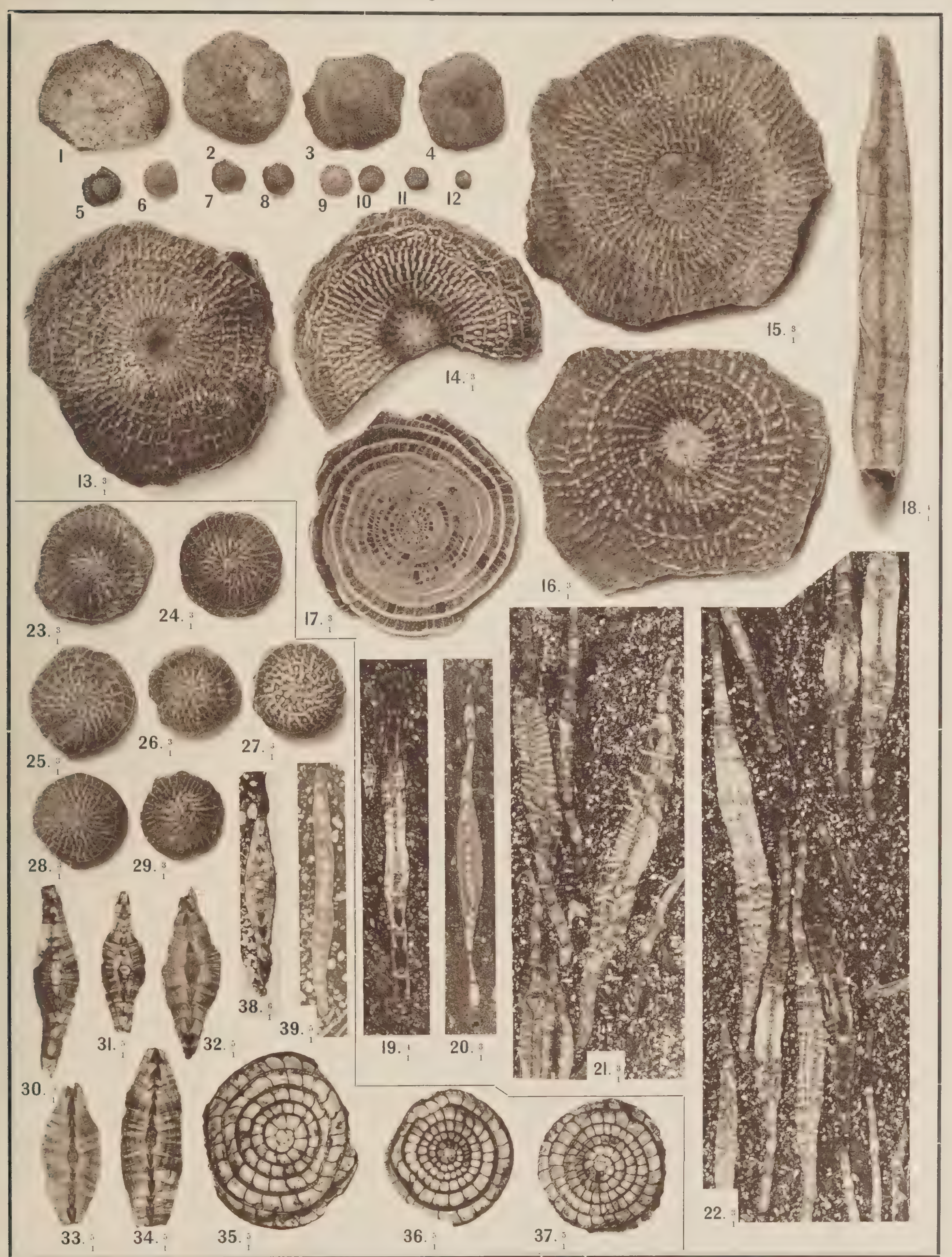


Erklärung von Tafel VII.

Assilina exponens-mamillata.

Fig. 1—4, 13—22 microsphärische Generation, **Assilina exponens** J. de C. Sowerby.
Fig. 5—12, 23—37 megasphärische Generation, **Assilina mamillata** d'Archiac.

Figur		Vergrösse-rung	Art der Aufnahme
1—4	**A. exponens,** aus den unteren Bürgenschichten von Sisikon, im Schutt frei verwittert, ohne Präparation	nat. Gr.	auffallendes Licht, unter Wasser.
5—12	**A. mamillata,** wie 1—4	dito	" "
13—16	**A. exponens,** aus den unteren Bürgenschichten von Sisikon, im Schutt frei verwittert. ohne Präparation	$^3/_1$	Streiflicht, unter Alkohol.
17	**A. exponens,** von Sisikon, im Feuer genau median gespalten . .	$^3/_1$	steil auffall. Licht, unt. Alkoh.
18	**A. exponens,** von Sisikon, zentraler Querschnitt, poliert; oben von Parasiten angebohrt	$^4/_1$	" " " " "
19	**A. exponens** var. **tenuimarginata** nov., aus dem Glauconitkalk der unteren Bürgenschichten von Bommenalp-Säntis	$^4/_1$	steil auffall. Licht, unter Öl.
20	**A. exponens** var. **tenuimarginata** nov., aus dem Glauconitkalk der Bürgenschichten von der Nordseite des Klein-Aubrig, exzentrischer Querschnitt, die äusseren Windungen evolut; polierte Gesteinsfläche .	$^3/_1$	" "
21	**A. exponens,** neigend zu var. **tenuimarginata** n., aus der Glauconitbank im Flysch (g von Textfig. 14, p. 100) bei Sarnen-Flühli, polierte Gesteinsfläche	$^3/_1$	" "
22	Dito, die zwei Exemplare in der Mitte unten typisch für var. **tenuimarginata** n.	$^3/_1$	" "
23—29	**A. mamillata,** aus den unteren Bürgenschichten von Sisikon, frei im Schutt herausgewittert, ohne Präparation	$^3/_1$	schräg. auffall. Licht, unter Alkohol.
30—34	**A. mamillata,** aus den unteren Bürgenschichten von Sisikon, quer zentrale Dünnschliffe	$^5/_1$	durchfallendes Licht.
35—37	**A. mamillata,** aus den unteren Bürgenschichten von Sisikon, mediane Dünnschliffe	$^5/_1$	" "
38	**A. mamillata** var. **tenuimarginata** n., aus den unteren Bürgenschichten von Bommenalp-Säntis, zentraler Querschnitt aus Gesteins-Dünnschliff, im Glauconitkalk	$^6/_1$	" "
39	**A. exponens** var. **tenuimarginata** n., exzentrischer Querschliff . .	$^5/_1$	" "



Lichtdruck: Polygraphisches Institut A.-G., Zürich

Phot. Dr. Arnold Heim

ASSILINA EXPONENS-MAMILLATA

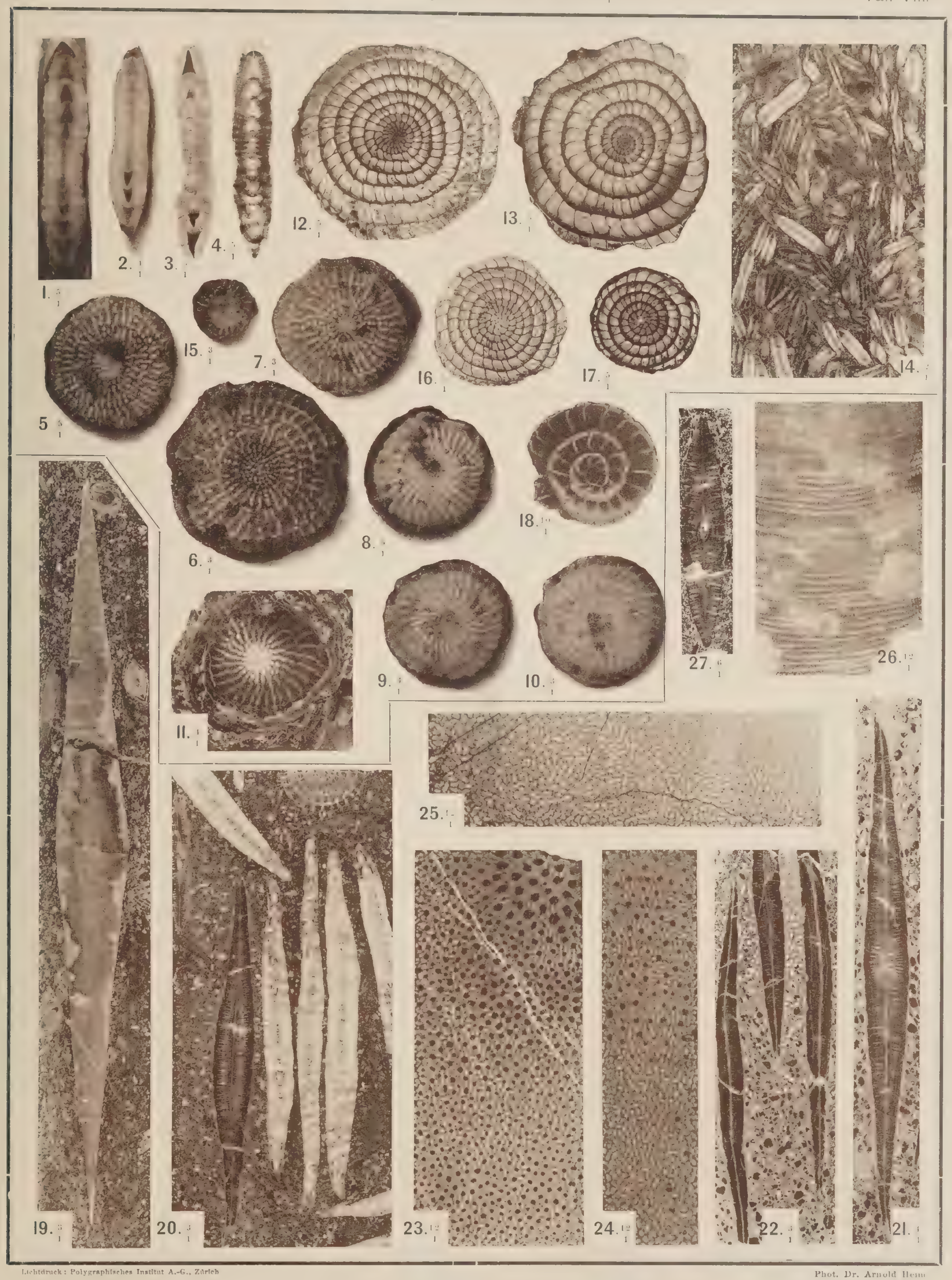




Erklärung von Tafel VIII.

Fig. 1—18. **Assilina granulosa-Leymeriei** aus dem Flysch.
Fig. 19—27. **Orthophragmina discus** Rütim.

Figur		Vergrösserung	Art der Aufnahme
1	**Assilina granulosa** var. **minor**, microsph., vom Flibach-Reservoir, zentraler Querschnitt, poliert	5/1	auffallendes Licht, unter Alkohol.
2	Dito	4/1	" "
3—4	**A. granulosa** var. **minor**, vom Flibach-Reservoir, quer-zentrale Dünnschliffe; Fig. 3 besonders dickwandig und mit dreieckförmigen Schnitten der Spiralgänge	5/1	durchfallendes Licht,
5—7	**A. granulosa** var. **minor**, vom Flibach-Renzletenbach, ohne Präparation	3/1	Streiflicht, unt. Alkoh.
8—10	" " " vom Flibach-Reservoir, Oberfläche poliert .	3/1	schief auff. Licht, unt. Alkohol.
11	**A. granulosa** var. **minor**, vom Flibach-Renzletenbach, die oberen Schalen durch Hammerschlag entfernt, ohne Präparation	4/1	" " " " "
12	**A. granulosa** var. **minor**, vom Gufler am Flibach, medianer Dünnschliff	5/1	durchfallendes Licht.
13	Wie 12, vom Flibach-Reservoir	5/1	" "
14	Granulosa-Mergel vom Flibach-Eckstein, voll **A. granulosa** var. **minor**, poliertes Handstück	2/1	steil auffallendes Licht, unter Öl.
15	**A. Leymeriei**, vom Flibach-Reservoir, ohne Präparation . . .	3/1	schräg auff. Licht, unt. Alkohol.
16	**A. Leymeriei** (megasph. Gen.), vom Gufler am Flibach, medianer Dünnschliff	5/1	durchfallendes Licht.
17	Wie 16, vom Dürrenbach, Schichten der N. gallensis	5/1	" "
18	**A. Leymeriei**, vom Flibach-Reservoir, medianer Dünnschliff, die Kammern mit Eisenoxyd ausgefüllt; besonders deutlich die Zentralkammern und die Kommunikation des Protoplasmas zwischen den Kammern . .	10/1	" "
19	**Orthophragmina discus** Rütim. var. **laevicrassa** n., von Brand bei Fli, in glauconitischem Kalk; Querschnitt, mit sehr schwachen Pfeilern (daneben N. gallensis megasph.); polierte Gesteinsfläche . . .	3/1	steil auffall. Licht, unter Alkohol.
20	**O. discus** var. **laevicrassa** (links), Querschnitt mit gegen die Oberfläche auslöschenden weissen Pfeilern; daneben mehrere Querschnitte von **A. exponens** und am oberen Rand Medianschnitt von A. mamillata. Poliertes Handstück aus dem Glauconitkalk der unteren Bürgenschichten von Seewen-Schwyz	3/1	steil auffall. Licht, unter Öl.
21	Dito, mit auslöschenden Pfeilern; grosse Glauconitkörner, im Kalk schwarz hervortretend	4/1	" "
22	**O. discus** var. **laevitenuis**, aus den gleichen Schichten von Seewen, Pfeiler fast verschwunden	3/1	" "
23—26	Dünnschliffe durch **O. discus** var. **laevicrassa**, aus den Bürgenschichten vom Aubrig (Schicht 5 c, in Textfig. 8, p. 55).	12/1	durchfallendes Licht.
23	Schiefer Anschliff mit dem Netz der Lateralkammern, die kräftigen Zentralpfeiler oben rechts	12/1	" "
24	Wie 23, jedoch näher der Medianebene, zentrale Partie oben, im unteren distalen Teil sind die Pfeiler im Verschwinden; 2—4 Lateralkammern zwischen je zwei Pfeilern	12/1	" "
25	Wie 23, jedoch Schliff unmittelbar unter der Oberfläche, mittlere Partie	12/1	" "
26	Medianer Dünnschliff mit den Mediankammern	12/1	" "
27	**O. discus**, megasph. Generation der grossen, glatten Form, zentraler Querschnitt mit Zentralkammer, unterster Nummulitenkalk im Flysch von Oberfligade bei Weesen; polierte Gesteinsfläche	6/1	steil auffall. Licht, unter Öl.



Lichtdruck: Polygraphisches Institut A.-G., Zürich

Phot. Dr. Arnold Heim

ASSILINA GRANULOSA d'Arch. var. minor.

ORTHOPHRAGMINA DISCUS Rütim.







